

CRISTIANE DE SOUZA FIGUEIRÊDO

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DA
LAGOA DE POLIMENTO E DAS LAGOAS DO ENTORNO
DO ATERRO SANITÁRIO DE PONTAL DO PARANÁ**

Pontal do Paraná
2008

*Aos meus pais, Ângela e Figueirêdo, e àqueles que
são meus.*

CRISTIANE DE SOUZA FIGUEIRÊDO

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DA
LAGOA DE POLIMENTO E DAS LAGOAS DO ENTORNO DO
ATERRO SANITÁRIO DE PONTAL DO PARANÁ**

Dissertação apresentada como requisito parcial
para a obtenção do grau de Mestre em Sistemas
Costeiros e Oceânicos, do Centro de Estudos do
Mar, Setor de Ciências da Terra, Universidade
Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Ednilson Viana

Co-orientadora: Prof^a. Dra Hedda E. Kolm

Pontal do Paraná
2008

TERMO DE APROVAÇÃO

CRISTIANE DE SOUZA FIGUEIRÊDO

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DA LAGOA DE POLIMENTO E DAS LAGOAS DO ENTORNO ATERRO SANITÁRIO DE PONTAL DO PARANÁ

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre, pelo Curso de Pós-Graduação em Sistemas Costeiros e Oceânicos, Setor de Ciências da Terra da Universidade Federal do Paraná, pela seguinte banca examinadora:

Orientador: Prof. Dr. Ednilson Viana
UFPR - Litoral

Co-orientadora: Prof^a Dr^a Hedda Kolm
Centro de Estudos do Mar - UFPR

Prof. Dr. Luís Antônio Lucchesi
Centro de Ciências Agrárias - UFPR

Prof. Dr. Ernandes Benedito Pereira
UNESC

Pontal do Paraná, 5 de setembro de 2008

Agradecimentos

Agradeço às consciências superiores, pelos pequenos e grandes passos.
Aos meus pais, pela dedicação e apoio financeiro. Aos meus irmãos e aos reencontros com eles.

Ao Prof. Ednilson Viana, pela orientação e amizade.
À Prof^a Hedda, pelo forte conhecimento que me passou e pela orientação.
À Adriana, esposa do Ednilson, pelo grande apoio.
À Prof^a Eunice pela força na Química.
Aos professores do mestrado e ao secretário Marcelo.

Ao Cleiton e ao Gledson, pelas dicas dos gráficos.
Ao Sérgio, ao Jorge, ao Eduardo e ao Gervásio do CIAS, pelos dados do aterro e pela atenção.
Ao Felipe, pela *oxigenação* em pleno bode de domingo.
Ao Rodrigo pela amizade e pesagem de filtros.
Aos amigos da sala da pós e do curso de mestrado.

Ao Jean Vitule e ao Prof. Henry, pelos dados do Rio Guaraguaçu.
À Liciane, pelo apoio no laboratório.

À Andressa e à Camila pela hospedagem e pelo churrasco.
À Manoela e à Juliane, por terem morado comigo.

À Letícia e ao Maurício pela ajuda e amizade.
À Wanirley, Evandro, Maristela e Fábio, pela amizade e apoio na madrugada.
À Aline, à Denise, ao Branco, à Cris e ao grupo todo da Geologia.

Comprei um telescópio
 Visando o céu
 Olhando a lua
 Não acreditei
 Latas de cerveja e plástico

Presos na rede urbana
 E passear no parque industrial
 O céu ainda aparece
 Sobre fios de alta tensão

Tem gente que saboreia
 Os filés da última baleia
 E dorme feliz de barriga cheia

(Rede Urbana Oswald- PREMÊ)

...

Ô mãe, então me ilumina me diz, como é que termina?
 Termina na hora de recomeçar, dobra uma esquina no mesmo lugar

(Joyce)

Onde vamos por

As caixas de isopor ?

Onde diabos vamos por

As nossas caixas de isopor ?

(Gilberto Gil)

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - A) Mapa do Estado do Paraná em localização dos municípios do litoral; B) mapa do litoral com localização dos municípios; C) Foto aérea com localização do aterro sanitário de Pontal do Paraná e Matinhos.....	35
FIGURA 2 – Localização do município de Pontal do Paraná.....	36
FIGURA 3 - Planta baixa do aterro sanitário de Pontal do Paraná e Matinhos.....	46
FIGURA 4 – Galpão onde são pesados os caminhões.....	47
FIGURA 5 - Cobertura de célula no aterro sanitário de Pontal do Paraná e Matinhos.....	48
FIGURA 6 - Vista de resíduos dispostos em célula do aterro sanitário de Pontal do Paraná e Matinhos.....	48
FIGURA 7 - Vista de célula do aterro sanitário Pontal do Paraná e Matinhos.....	49
FIGURA 8 - Vista da lagoa facultativa do aterro Sanitário de Pontal do Paraná e Matinhos.....	50
FIGURA 9 - Esquema da lagoa anaeróbia com as barreiras de carvão de bambu.....	51
FIGURA 10 - Vista parcial da lagoa de polimento do aterro sanitário de Pontal do Paraná e Matinhos.....	53
FIGURA 11 – Coletor de amostras utilizado neste trabalho.....	54
FIGURA 12 – Esquema do aterro sanitário e estações de coleta.....	54
FIGURA 13 – Variação da temperatura nos períodos seco (azul) e chuvoso (vermelho).....	61
FIGURA 14 – Comparação do potencial hidrogeniônico nos períodos seco (azul) e chuvoso (vermelho).....	63
FIGURA 15 – Percentual de saturação de oxigênio nos períodos seco (azul) e chuvoso (vermelho).....	67
FIGURA 16 – Demanda bioquímica de oxigênio nos períodos seco (azul) e chuvoso (vermelho).....	71
FIGURA 17 - Comparação entre as concentrações de nitrito nos períodos seco (azul) e chuvoso (vermelho).....	77
FIGURA 18 - Comparação entre as concentrações de fosfato nos períodos seco (azul) e chuvoso (vermelho).	79
FIGURA 19- Comparação entre as concentrações do nitrato nos períodos seco (azul) e chuvoso (vermelho).	81
FIGURA 20- Comparação entre as concentrações do fosfato nos períodos seco (azul) e chuvoso (vermelho).	87
FIGURA 21- Variação do material particulado em suspensão nos períodos seco e chuvoso.....	91
FIGURA 22 - Variação da matéria orgânica particulada nos períodos seco (azul) e chuvoso (vermelho).	93
FIGURA 23 – Comparação entre as densidades de coliformes totais nos períodos seco (azul) e chuvoso (vermelho).	96
FIGURA 24 - Comparação entre as densidades de <i>E.coli</i> nos períodos seco (azul) e chuvoso (vermelho).	98
FIGURA 25 - Comparação entre as densidades de bactérias heterotróficas totais nos períodos seco (azul) e chuvoso (vermelho).	103
FIGURA 26- Comparação entre as biomassa bacterianas nos períodos seco (azul) e chuvoso (vermelho).	106
FIGURA 27 – Representação gráfica da análise dos componentes principais.....	107
FIGURA 28 - Quantidade de resíduos sólidos gerados no município de Matinhos de 2004 a 2007.	109
FIGURA 29 – Quantidade de resíduos sólidos gerados no município de Matinhos durante a alta temporada (dezembro do ano anterior, dezembro e janeiro).....	109
FIGURA 30 - Produção de resíduos sólidos (kg) no município de Pontal do Paraná de 2004 a 2007.	112
FIGURA 31- Quantidade de resíduos sólidos gerados no município de Pontal do Paraná durante a alta temporada (dezembro do ano anterior, dezembro e janeiro).....	114
FIGURA 32- Variação da quantidade de resíduos sólidos gerados no município de Matinhos de 2004 a 2008 em função dos meses do ano.....	115
FIGURA 33- Variação da quantidade de resíduos sólidos gerados no município de Pontal do Paraná de 2004 a 2008 em função dos meses do ano.....	116
FIGURA 34 - Variação da quantidade de resíduos sólidos depositados no aterro sanitário de Pontal do Paraná e Matinhos em função dos anos 2004, 2005, 2007 e 2008.....	118

LISTA DE FIGURAS – continuação

FIGURA 35- Variação da quantidade de resíduos sólidos gerados nos municípios de Matinhos e Pontal do Paraná em função dos meses do ano de 2003.....	119
FIGURA 36 - Variação da quantidade de resíduos sólidos gerados nos municípios de Matinhos e Pontal do Paraná em função dos meses do ano de 2004.....	120
FIGURA 37- Variação da quantidade de resíduos sólidos gerados nos municípios de Matinhos e Pontal do Paraná em função dos meses do ano de 2005.....	121
FIGURA 38 - Variação da quantidade de resíduos sólidos gerados nos municípios de Matinhos e Pontal do Paraná em função dos meses do ano de 2007.....	122
FIGURA 39 - Relação da variação da pluviosidade (P) em relação à vazão de chorume nas lagoas anaeróbia (VA) e facultativa VF) para o ano de 2003.....	124
FIGURA 40 - Relação da variação da pluviosidade em relação a vazão de chorume nas lagoas anaeróbia e facultativa para o ano de 2004.....	126
FIGURA 41- Relação da variação da pluviosidade em relação a vazão de chorume nas lagoas anaeróbia e facultativa para o ano de 2005.....	127
FIGURA 42 - Relação da variação da pluviosidade em relação a vazão de chorume nas lagoas anaeróbia e facultativa para o ano de 2007.....	128

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: VALORES MÉDIOS DA TEMPERATURA NOS PERÍODOS DE INVERNO E VERÃO.....	61
TABELA 2: VALORES MÉDIOS DO POTENCIAL HIDROGENIÔNICO NOS PERÍODOS SECO E CHUVOSO.....	63
TABELA 3: VALORES MÉDIOS DO PERCENTUAL DE SATURAÇÃO DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO NO INVERNO E VERÃO.....	67
TABELA 4: VALORES MÉDIOS DA DEMANDA BIOQUÍMICA OXIGÊNIO NOS PERÍODOS SECO E CHUVOSO.....	71
TABELA 5: VALORES MÉDIOS DO NITRITO (NO_2^-)(mg/L) NOS PERÍODOS SECO E CHUVOSO.	76
TABELA 6: VALORES MÉDIOS DE NITRATO (NO_3^-)(mg.L ⁻¹) NOS PERÍODOS DE INVERNO E VERÃO.	78
TABELA 7: VALORES MÉDIOS DE NITROGÊNIO AMONÍACAL (NH_4^+)(mg/L) NOS PERÍODOS SECO E CHUVOSO.	80
TABELA 8: VALORES MÉDIOS DE AMÔNIA (NH_3) NOS PERÍODOS SECO E CHUVOSO.	85
TABELA 9: VALORES MÉDIOS DE FOSFATO (P-PO_4^{3-}) NOS PERÍODOS SECO E CHUVOSO.	86
TABELA 10: VALORES MÉDIOS DE MATERIAL PARTICULADO EM SUSPENSÃO NOS PERÍODOS SECO E CHUVOSO.	90
TABELA 11: VALORES MÉDIOS DA MATÉRIA ORGÂNICA PARTICULADA NOS PERÍODOS SECO E CHUVOSO	92
TABELA 12: VALORES MÉDIOS DA DENSIDADE DE COLIFORMES TOTAIS (NMP.100 mL ⁻¹) PERÍODOS SECO E CHUVOSO.	95
TABELA 13: VALORES MÉDIOS DA DENSIDADE DE <i>Escherichia coli</i> (NMP.100ML ⁻¹) NOS PERÍODOS SECO E CHUVOSO.	98
TABELA 14: VALORES MÉDIOS DA DENSIDADE DE BACTÉRIAS HETEROTRÓFICAS TOTAIS (cel.mL ⁻¹ .10 ³) NOS PERÍODOS SECO E CHUVOSO.	103
TABELA 15: VALORES MÉDIOS DA BIOMASSA DE BACTÉRIAS HETEROTRÓFICAS TOTAIS (µgC.mL ⁻¹) NOS PERÍODOS SECO E CHUVOSO.	105
TABELA 16: VARIAÇÃO DA PRODUÇÃO ANUAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS (%) EM MATINHOS (PR)	110
TABELA 17: VARIAÇÃO DA PRODUÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS (%) EM PONTAL DO PARANÁ	113
TABELA 18: DESVIO PADRÃO DA PRODUÇÃO DE RESÍDUOS DE MATINHOS E PONTAL DO PARANÁ NOS ANOS DE 2003 A 2007.	123
TABELA 19: DESVIO PADRÃO DA PRODUÇÃO DE RESÍDUOS DE MATINHOS E PONTAL DO PARANÁ NOS ANOS DE 2003 A 2007.	128

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - Potencial hidrogeniônico (pH) relativo ao aterro sanitário de Pontal do Paraná, lagoas de entorno, aterro sanitário de Guaratuba e aterro controlado de Morretes.....	65
QUADRO 2 - Oxigênio dissolvido (mg.L^{-1}) em aterros sanitários e entorno no litoral do Paraná.....	69
QUADRO 3 - Demanda bioquímica de oxigênio (DBO) (mg.L^{-1}) para aterros sanitários e entorno no litoral do Paraná.....	73
QUADRO 4 - Demanda química de oxigênio (DQO) (mg.L^{-1}) em diversos aterros sanitários do litoral do Paraná.....	75
QUADRO 5 - Nitrogênio amoniacal (NH_4^+) (mg.L^{-1}) em diversos aterros sanitários no litoral do Paraná.....	83
QUADRO 6 - Fosfato (PO_4^{3-}) (mg.L^{-1}) – aterros sanitários e entorno no litoral do Paraná.....	88
QUADRO 7 – Valores médios dos nutrientes no aterro sanitário de Pontal do Paraná nos períodos seco e chuvoso.....	89
QUADRO 8 - Coliformes totais e <i>E.coli</i> na lagoa de polimento do Aterro sanitário de Pontal do Paraná.....	100
QUADRO 9 – Parâmetros físico-químicos e microbiológicos nas três primeiras estações de coleta e valores da Resolução CONAMA 357.....	101
QUADRO 10 - Parâmetros físico-químicos e microbiológicos nas últimas estações de coleta e valores da Resolução 357 e proposta IAP.....	102

LISTA DE SIGLAS

ABNT	-	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CETESB	-	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
CIAS	-	Consórcio Intermunicipal Aterro Sanitário
CONAMA	-	Conselho Nacional de Meio Ambiente
DNOS	-	Departamento Nacional de Obras contra as Secas
IAP	-	Instituto Ambiental do Paraná
IBGE	-	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
PUC-PR	-	Pontifícia Universidade Católica – Paraná
TECLAB	-	Tecnologias Ambientais
SUDHERSA	-	Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos

LISTA DE SÍMBOLOS E CONVENÇÕES

BB	-	Biomassa bacteriana
CT	-	Coliformes totais
EC	-	<i>Escherichia coli</i>
pH	-	Potencial hidrogeniônico
PO_4^{3-}	-	Fosfato
MOP	-	Material orgânica particulada
MPS	-	Material particulado em suspensão
NMP	-	Número mais provável
NO_2^-	-	Nitrito
NO_3^-	-	Nitrato
NH_4^+	-	Nitrogênio amoniacal
TDH	-	Tempo de detenção hidráulica

RESUMO

O aterro sanitário de Pontal do Paraná é um aterro de área e localiza-se na porção oeste do município a 4,0 Km da praia. Possui uma área total de 242.595,82 m², sendo 111.507,00 m² destinados às seis células de deposição de lixo previstas. Neste trabalho foi realizada a caracterização físico-química e microbiológica da lagoa de polimento do sistema de tratamento de chorume do Aterro Sanitário de Pontal do Paraná e verificou-se a influência deste nos parâmetros físico-químicos e microbiológicos de lagoas no entorno. Coletas foram realizadas nos períodos seco e chuvoso. Os resultados mostraram que houve uma redução dos parâmetros físico-químicos (principalmente o pH e nutrientes) à medida que se distancia do aterro sanitário. Porém, a lagoa vizinha ao aterro provavelmente sofre influência do Rio Pery, que recebe esgotos de área urbana, e da própria lagoa de polimento. As águas da lagoa de polimento apresentaram teores elevados de nutrientes, mas que, com exceção do fosfato (PO₄⁻), são adequados, de acordo com a Resolução CONAMA 357 para rios *classe II*. No que se refere aos parâmetros microbiológicos, as taxas de *E. coli* ou ultrapassam o valor permitido pela Resolução, ou são preocupantes (19.608 NMP.100mL⁻¹ no verão), indicando que o tratamento que a precede, pode não estar sendo suficiente para retirar os poluentes contidos no chorume. Os parâmetros microbiológicos das lagoas no entorno mostraram que os valores estão dentro do padrão da referida Resolução. Em geral, foram observadas correlações positivas entre as bactérias heterotróficas totais, biomassa bacteriana, coliformes totais, *E.coli*, fosfato, nitrito, nitrato e nitrogênio amoniacal na lagoa de polimento, nos dois períodos estudados. A temperatura, a pluviosidade, o seston e a matéria orgânica particulada foram mais elevados em todas as estações de coleta no verão. Foi avaliada ainda a produção de resíduos sólidos dos municípios de Matinhos e Pontal do Paraná, e verificou-se que o destino adequado dos resíduos dos municípios do litoral é crítico, pois o aumento acentuado na geração dos mesmos durante a alta temporada de turismo chega a mais de 250%. Uma vez que as áreas adequadas para implantação de aterro sanitário são escassas, é preciso que haja programas contínuos e mais efetivos de coleta seletiva e uma campanha maciça de redução da produção de resíduos sólidos.

ABSTRACT

The sanitary landfill of Pontal do Paraná is located in the portion west of the city, far 4,0 km from the beach. It presents a total area of 242.595, 82 m², being 111,507, 00 m² destined to the six foreseen cells of garbage deposition. In this work the characterization was carried through microbiological and physical-chemical of the lagoon of leachate treatment of the sanitary landfill, and was verified the influence of it in the parameters of the lagoons in the proximity. Nutrients concentrations were high in the leachate treatment lagoon, however in accordance with the law (Resolução CONAMA 357), except for the phosphate (PO₄⁻). Some values of *Escherichia coli* in this lagoon are not in accordance to the law (such as 19.608 NMP.100mL⁻¹ in the summer) and other are alarming. It suggests that the treatment of leachate in previous lagoons is not too efficient to remove pollutants. In the other hand, in general microbiological date of the other lagoons showed low values. Positive correlation was observed among heterotrophic bacteria, bacteria biomass, total coliforms, *E. coli*, phosphate, nitrite, nitrate, in both dry and rainy seasons in first lagoon sampling station; temperature, pluviosity, seston and organic particulate matter in the summer in all sampling stations. Nitrate concentrations were higher in both seasons in leachate treatment lagoon sampling station, as so hydrogenionic potentials. Seston and organic particulate matter more had been raised also in this station in the summer. The production of solid residues of the cities of Matinhos and Pontal do Paraná was evaluated still, and was verified that the adequate destination of the residues of the coastal cities is critical, since the increase of the production arrives 250% in high season of tourism. Once there is no much area to build sanitary landfills, a serious program of selective collection is required, as so a reduction of solid residues production.

SUMÁRIO

RESUMO	14
ABSTRACT	15
1 INTRODUÇÃO	18
2 OBJETIVOS	18
2.1 OBJETIVO GERAL.....	18
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
3 REVISÃO DE LITERATURA	22
3.1 CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS.....	24
3.2 TIPOS DE DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS.....	24
3.2.1 Lixões.....	24
3.2.2 Aterros controlados.....	24
3.2.3 Aterros sanitários.....	25
3.3 PRODUÇÃO DE LIXIVIADOS (CHORUME) E PROCESSO DE DEGRADAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS.....	27
4 MATERIAL E MÉTODOS	35
4.1 ÁREA ESTUDADA.....	35
4.2 METODOLOGIA.....	45
4.2.1 Caracterização físico-química e microbiológica.....	45
4.2.1.1 Coleta de água superficial.....	45
4.2.1.2 Estratégia amostral.....	46
4.2.1.3 Análises laboratoriais.....	48
4.2.2 Quantidade de resíduos sólidos depositados no aterro sanitário....	51
4.2.3 Produção de chorume e pluviosidade.....	51
4.3 TRATAMENTO DE DADOS.....	51
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	52
5.1 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICOS DA LAGOA DE POLIMENTO E LAGOAS NO ENTORNO DO ATERRO SANITÁRIO	52
5.1.1 Parâmetros físico-químicos.....	52
5.1.1.1 Temperatura.....	52
5.1.1.2 Potencial hidrogeniônico (pH).....	54
5.1.1.3 Oxigênio dissolvido.....	58

5.1.1.4 Demanda bioquímica de oxigênio.....	62
5.1.1.5 Nitrito (NO_2^-).....	67
5.1.1.6 Nitrato (NO_3^-).....	70
5.1.1.7 Nitrogênio amoniacal (NH_4^+).....	72
5.1.1.7.1 Produção de amônia não ionizada (NH_3).....	77
5.1.1.8 Fosfato (PO_4^{3-}).....	77
5.1.1.9 Material particulado em suspensão (SESTON).....	82
5.1.1.10 Matéria orgânica particulada	84
5.1.2 PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS.....	87
5.1.2.1 Coliformes totais.....	87
5.1.2.2 <i>Escherichia coli</i>	89
5.1.2.3 Bactérias heterotróficas totais.....	94
5.1.2.4 Biomassa bacteriana.....	97
5.1.3 Análise dos Componentes Principais.....	99
5.2 ANÁLISE DA PRODUÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS, DA PRODUÇÃO DE CHORUME E DA PLUVIOSIDADE.....	100
5.2.1 Análise da produção de resíduos sólidos depositados no aterro sanitário de Pontal do Paraná de 2003 a 2008.....	100
5.2.1.1 Resíduos sólidos produzidos no Município de Matinhos.....	100
5.2.1.2 Resíduos sólidos produzidos no Município de Pontal do Paraná	103
5.2.1.3 Total de resíduos sólidos depositados no aterro sanitário (Matinhos, Pontal, Ilha do Mel e Ecovia).....	107
5.2.1.4 Vazões das lagoas anaeróbia e facultativa e pluviosidade.....	115
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	121
7 REFERÊNCIAS.....	122
APÊNDICES.....	132
ANEXOS.....	136

1 INTRODUÇÃO

Abrigando um mosaico de ecossistemas de grande importância ambiental, a zona costeira é marcada pela transição de ambientes terrestres e marinhos, com interações que lhe conferem um caráter de fragilidade e que requerem, por isso, atenção especial do poder público (MMA, 2003).

A alta densidade populacional que vem ocorrendo com o aumento da demanda por recursos costeiros tem levado aos processos de degradação, tanto dos recursos hídricos, como do solo e do ar, tendo como consequência a perda de recursos pesqueiros, provocando influências negativas sobre as questões sociais e econômicas. Muitos desses processos estão relacionados com as águas interiores e as costeiras. Estas interferências focam na necessidade de que tais questões sejam temáticas para o gerenciamento integrado, preservando as peculiaridades de cada uma das regiões (ROSSO; CIRILO, 2002).

Segundo a Constituição Federal (Artigo 223, Parágrafo 4º) a linha de costa brasileira é considerada “Patrimônio Nacional”, devendo ser utilizada de acordo com a lei e resguardando a preservação ambiental e utilização dos bens naturais. No entanto, mesmo sendo considerada um espaço de planejamento territorial e de gestão ambiental, uma definição de zona costeira não é algo muito claro. Não é prática comum a definição de zona costeira nem mesmo a nível internacional (ROSSO; CIRILO, 2002).

De acordo com o Programa de Demonstração de Gerenciamento Costeiro Integrado – ICZM – da Comunidade Européia (2002), a zona costeira tem tradicionalmente sido resguardada como uma fronteira jurídica entre leis baseadas no continente e no ambiente marinho e tem raramente sido reconhecida como uma zona integrada de competência legal. É observado que as definições de zona costeira podem abranger desde o ecossistema dominante, os processos físicos, químicos e biológicos existentes na região, até as delimitações (como a extensão do mar, em milhas) de acordo com a organização político-administrativa do país (ROSSO; CIRILO, 2002).

A zona costeira apresenta-se como a interface entre o continente, a atmosfera e o oceano, constituindo-se de três regiões horizontais: a *litorânea*, *costeira* e

oceânica (DIEGUES¹, apud BARROS; FRIGO, 2004). A delimitação entre estas três regiões é subjetiva, devendo ser tratada na gestão como um espaço de relevante influência da faixa terrestre sobre o litoral e não por um limite geográfico estabelecido.

O ambiente costeiro, pelas suas características, tem sido utilizado no mundo inteiro para o despejo de vários tipos de dejetos. Neste contexto, a principal causa de poluição e contaminação da linha de costa brasileira é devido à deficiente infraestrutura urbana e a desordenada ocupação territorial, com pouca disciplina efetiva do uso do solo, onde se nota em muitas localidades, como no litoral do Paraná, muitas ocupações irregulares ou invasões. Estas invasões remetem ao fato de que os órgãos encarregados do saneamento, por lei, são impedidos de levarem água e esgoto a tais localidades. Especialmente a falta ou baixa eficácia do sistema sanitário, resulta em risco à qualidade da água e à saúde pública (ROSSO; CIRILO, 2002).

As atividades turísticas no Brasil são vistas como um setor que tem um potencial para contribuir para o desenvolvimento da zona costeira. No entanto, o avanço urbano em áreas frágeis (lagos, recifes, áreas pantanosas, declives costeiros), com aumento do número de segundos lares (casas de veraneio) pode provocar sérios riscos a estas regiões.

A alta densidade populacional, tanto fixa quanto flutuante(veraneio), existente nos ambientes costeiros brasileiros leva a sérios problemas com relação aos resíduos gerados, tanto líquidos (esgoto doméstico) quanto sólidos. Além disso, há várias peculiaridades, como a sazonalidade na produção de resíduos sólidos, solo arenoso, bacia hidrográfica influenciada por regime de maré, ecossistemas de manguezais e de Floresta Atlântica (áreas de preservação permanente), que potencializam a problemática.

Além das atividades impactantes já citadas, destaca-se ainda a extração mineral, a presença de óleo, indústrias químicas, petroquímicas e celulósicas. Dentre os principais agentes contaminantes da água estão os materiais orgânicos, metais pesados, petróleo e derivados, orgânicos persistentes (pesticidas), poluição radioativa e térmica. É importante também mencionar a poluição provocada por

¹ DIEGUES, A. C. Ecologia Humana e Planejamento Costeiro. 2ªed. São Paulo: NUPAUB/USP, 2001.

dragagens e atividades portuárias e a exploração de recursos minerais como areia, mas principalmente os hidrocarbonetos de petróleo in *offshore* (ROSSO; CIRILO, 2002).

De acordo com Ferreira et al² (2002), citado por Rosso; Cirilo (2002), dentre os efeitos atribuídos à poluição dos corpos d'água por resíduos sólidos, destacam-se o aumento da turbidez (com impacto no processo da fotossíntese e do tratamento de água para abastecimento), quebra da estabilidade do ecossistema devido à variação de temperatura (com a morte de organismos), depleção de oxigênio devido à decomposição do material orgânico presente nos resíduos e aumento da concentração de nutrientes como nitrogênio e fósforo (potencializando os efeitos da eutrofização).

Um outro efeito observado pela poluição de corpos d'água por resíduos sólidos é a forte presença de amontoados de garrafas de plástico nos rios, lagos e baías costeiras, produzindo poluição visual, riscos à fauna local e obstrução da drenagem de águas superficiais, provocando enchentes. Estas características são potencializadas em ambientes litorâneos devido à inter-relação entre o fluxo superficial e o processo dinâmico das águas costeiras. Ocorre, ainda, a contaminação química e biológica das águas subterrâneas ou águas superficiais pela geração de chorume proveniente de lixões ou aterro controlados sem a infraestrutura adequada.

Uma das fontes consideradas responsáveis pela degradação das águas da Baía de Guanabara, por exemplo, é o aterro controlado do Morro do Céu (ACMC), que está localizado perto de um núcleo residencial e em uma zona de mananciais que deveria ser protegida por lei (SISINNO; MOREIRA, 1996). Atualmente este aterro controlado está em obras, sendo transformado em aterro sanitário.

Diferentemente de um aterro controlado, um aterro sanitário, considerado uma estrutura adequada para disposição final dos resíduos sólidos urbanos, contém sistemas de coleta e tratamento dos líquidos e gases produzidos no mesmo; é impermeabilizado com material resistente e o lixo é disposto em células de controle. Os gases gerados a partir da decomposição do lixo são queimados, porém podem ser canalizados para produção de energia (PACHECO, 2004).

²

FERREIRA, J.A., MACHADO, C.J.S., RITTER, E., ROSSO, T.C.A., 2002, Water pollution: Integrating the solid waste and the water resources management, 19 pp, Org. Machado. C.J.S., Ed.UERJ Publishing.

O aterro de Pontal de Paraná, onde foi realizado este estudo, está situado em uma área frágil de Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas (JOLY; MARTINELLI, 2004), com lençol freático aflorante, conectado a vários corpos d'água superficiais como lagoas e um rio de pequeno porte denominado Rio Pery. Tais características tornam importantes os estudos químicos e microbiológicos de sua lagoa de polimento e sua influência sobre as lagoas existentes no seu entorno.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral:

Realizar a caracterização físico-química e microbiológica da lagoa de polimento do sistema de tratamento de chorume do Aterro Sanitário de Pontal do Paraná e verificar a influência desta nos parâmetros físico-químicos e microbiológicos de lagoas do entorno.

2.2 Objetivos específicos:

- Determinar o teor de nitrato (NO_3^-), nitrito (NO_2^-), nitrogênio amoniacal (NH_4^+) e fosfato (PO_4^{3-}) na lagoa de polimento e lagoas no entorno.
- Investigar o teor de seston (MPS) e de matéria orgânica particulada (MPO) presente na lagoa de polimento e lagoas no entorno.
- Determinar a densidade de bactérias heterotróficas totais e biomassa bacteriana, coliformes totais e *Escherichia coli*, na lagoa de polimento e nas lagoas no entorno do aterro sanitário.
- Levantamento diário e mensal da quantidade de resíduos sólidos depositados (em toneladas) e da quantidade de chorume produzido no aterro.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Classificação dos Resíduos Sólidos

Existem várias definições para “lixo”. Assim segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (1987), os restos das atividades humanas, considerados pelos geradores como inúteis, indesejáveis ou descartáveis. Normalmente apresentam-se sob estado sólido, semi-sólido ou semi-líquido (com conteúdo líquido insuficiente para que este possa fluir livremente). Já para D'almeida; Vilhena (2000) lixo são os restos das atividades humanas, considerados pelos geradores como inúteis, indesejáveis ou descartáveis. Sob a ótica econômica, que é a aceitação mais comum, lixo é definido como uma matéria sem valor. Seus valores de uso e de troca são nulos ou negativos para seu detentor ou proprietário. Ou seja, uma matéria constitui-se em um resíduo sempre que o seu responsável necessita pagar para se desfazer dela (BIDONE³, apud CASAGRANDE 2006).

O lixo pode ser classificado de diversas maneiras. De acordo com a sua composição química em orgânico e inorgânico. Levando em conta o seu grau de periculosidade, a NBR 10.004, instituída pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), classifica os resíduos em *classe I* (resíduos perigosos); *classe II* (não inertes) e *classe III* (inertes). Pode ainda considerar-se a sua origem para a classificação, ou seja, lixos domiciliar, comercial, público, hospitalar, industrial, de portos, aeroportos, e terminais rodovias e ferroviários, agrícola e entulho (D'ALMEIDA; VILHENA, 2000).

Para Gomes⁴ (1989) apud Castilhos JR. (2003) a geração de resíduos está diretamente relacionada ao número de habitantes e ao tipo de população – hábitos da comunidade.

Segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (IBGE, 2000), no Brasil a destinação final dos resíduos sólidos urbanos apresenta as seguintes características (em ocorrências de destinação final por número de municípios):

³ BIDONE, F. R. A. Coordenador. Resíduos Sólidos Provenientes de Coletas Especiais: Eliminação e Valorização. PROSAB 2 – Programa de Pesquisa em Saneamento Básico. Porto Alegre, 2001.

⁴ GOMES, L. P. 1989. Estudo da caracterização física e da biodegradabilidade dos resíduos sólidos urbanos em aterros sanitários. Dissertação. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1989.

vazadouros e lixões a céu aberto – 22,11%; aterros controlados – 68,24%; aterros sanitários – 5,3%; e outras destinações – 4,35%.

Neste contexto, sabe-se que diversos fatores contribuem para o uso de métodos inadequados ou pouco adequados, como é o caso dos lixões e aterros controlados. Assim, a falta de vontade política ou de visão ambiental pelos governos municipais, assim como a escassez de recursos financeiros e recursos humanos agravam esta situação. Deste modo, o estudo de soluções tecnológicas que associem simplicidade operacional e baixo custo, embasadas em procedimentos científicos constitui-se em uma necessidade (COUTO et al.⁵ apud CASAGRANDE, 2006).

Atualmente o gerenciamento dos resíduos sólidos domiciliares, comercial e público é de responsabilidade da prefeitura do município e os outros tipos de lixo são de responsabilidade do próprio gerador (D'ALMEIDA; VILHENA, 2000).

O aproveitamento de materiais reciclados tem um impacto muito grande na conservação dos recursos naturais. Com a reciclagem de papéis e papelões, milhões de árvores deixarão de ser derrubadas. A recuperação de metais, ferro, alumínio, zinco, bronze, entre outros, evita a exploração de milhares de toneladas de minérios, contribuindo para o desenvolvimento de novas tecnologias de exploração, menos agressivas ao meio ambiente. Da mesma forma a reciclagem de plástico evita a extração de petróleo, considerado um recurso natural não renovável (CASAGRANDE, 2006). Além disso, a reciclagem de resíduos sólidos, no Brasil, ainda gera fonte de renda para muitos trabalhadores popularmente denominados de “catadores”. Desta forma, no Brasil a quantidade de resíduos sólidos que são descartados reduziria muito. Entretanto, ainda são poucos os municípios que têm coleta seletiva de lixo em rotina.

5

COUTO, M. C. L.; BRAGA, F. dos S.; SOUZA Jr., L. de; BASTOS, T. M.; MADURO, T. R. Tratamento de Chorume de Aterro Sanitário por Infiltração Rápida em Escala Piloto. VII Seminário Nacional de Resíduos Sólidos – Projetos Sócio Econômicos. São Paulo, 2004.

3.2 Tipos de Disposição de Resíduos Sólidos

3.2.1 Lixões

O depósito de resíduos sólidos a céu aberto ou lixão é uma forma de deposição desordenada sem compactação ou cobertura dos resíduos, propiciando a poluição do solo, água e ar, além da proliferação de vetores de doenças. Tal forma de disposição está relacionada à liberação de odores desagradáveis e à poluição das águas subterrâneas e superficiais, devido à infiltração do chorume (RAMOS⁶, 2004; BISORDI⁷ et al., 2004 apud NAGALLI, 2005).

Os lixões são práticas muito comuns de disposição final de resíduos no Brasil, sendo muitos os municípios brasileiros, como citado anteriormente, que depositam resíduos a céu aberto (IBGE, 2000).

3.2.2 Aterros controlados

O aterro controlado é outro modo de deposição de resíduos, apresentando como único cuidado a cobertura dos mesmos com uma camada de solo ao final de jornada diária, com a intenção de reduzir a proliferação de vetores de doenças (roedores, insetos, dentre outros) (ZANTA; FERREIRA, 2003). Este aterro é geralmente usado em pequenas localidades, municípios de até 20.000 habitantes ou até 10 toneladas diárias de geração de resíduos. É caracterizado por possuir escavação prévia e retirada do material de cobertura efetuadas por máquinas a cada 3 ou 4 meses, sendo as tarefas de operação de movimento, transporte e acomodação dos resíduos feitas manualmente com carrinho de mão, pás e picaretas e a compactação é realizada por tambores compressores. É uma medida paliativa e não satisfatória, preferível, obviamente, ao lixão. Não é uma técnica que

⁶ RAMOS, S.I.P. Sistematização Técnico-Organizacional de Programas de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos no Estado do Paraná. Dissertação de Mestrado. UFPR. Curitiba, 2004.

⁷ BISORDI, M.; GONÇALVES, A.; CAMARGO, M.; MILANO, F. O processo de transformação de lixão em aterro sanitário. Seminário sobre resíduos sólidos - RESID2004. Anais. ABGE, São Paulo, 2004.

corresponda às propostas de um sistema de gerenciamento integrado de resíduos sólidos (OBLADEN⁸, 2004 apud NAGALLI, 2005).

3.2.3 Aterros sanitários

O aterro sanitário é um processo utilizado para disposição de resíduos sólidos no solo, seguindo critérios de engenharia e normas operacionais específicas. Permite uma confinamento segura em termos de controle da poluição ambiental e proteção ao meio ambiente (NAGALLI, 2005).

A NBR 8419/92 da ABNT define aterro sanitário como a técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo sem causar danos à saúde pública e à sua segurança, sendo os impactos minimizados. É um método que utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos à menor área possível e reduzi-los ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho ou a intervalos menores, se for necessário.

Allen⁹ (2001) apud Nagalli (2005) define o aterro sustentável como a segura disposição do resíduo, e sua subsequente degradação até o estado inerte no menor tempo possível, utilizando-se da forma mais viável economicamente, com o mínimo dano ao meio ambiente.

Os aterros sanitários podem ser de três tipos:

- De *valas ou trincheiras escavadas*: abertura de valas, onde o lixo é disposto, compactado e posteriormente coberto com solo. É a técnica mais apropriada para terrenos que sejam planos ou pouco inclinados e onde o lençol freático esteja situado numa profundidade maior em relação à área e à depressão.
- De *rampa*: fundamentado na escavação da rampa, onde o lixo é compactado pelo trator e posteriormente coberto com solo. É empregado em áreas de

⁸ OBLADEN, N. L. Aterro Sanitário para Resíduos Sólidos Urbanos. Programa de Treinamento Novas Tendências Profissionais. FEAPAR. Apostila. Curitiba, 2004.

⁹ ALLEN, A. Containment landfills: the myth of sustainability. Engineering Geology 60, 2001.

meia encosta, onde o solo natural oferece boas condições de ser escavado e, de preferência, possa ser utilizado como material de cobertura.

- De *área*: geralmente empregado em locais de topografia plana e lençol freático raso (D'ALMEIDA; VILHENA, 2000).

No que se refere às boas práticas de operação e execução de aterros sanitários, são critérios importantes da engenharia, a adoção de dispositivos de revestimento de fundo para prevenir a contaminação das águas subterrâneas e do subsolo, sistemas de coleta de líquidos percolados e gases gerados, sistemas de cobertura final que minimizem problemas de erosão e infiltração, dispositivos de drenagem superficial que minimizem o afluxo de água para o interior da massa de resíduos, distâncias mínimas de 500,0 m de núcleos residenciais, 200,0 m de corpos hídricos, 20,0 km de aeroportos, 3,0 m do lençol freático, um viável distanciamento sob o ponto de vista econômico-ambiental da área de geração de resíduos, disponibilidade de material argiloso para a cobertura, vegetação rasteira ou de pequeno porte e zoneamento ambiental compatível (SIMÕES¹⁰, 2000; BISORDI et al., 2004; BENVENUTO¹¹, 2004; apud NAGALLI, 2005).

Os critérios de implantação de um aterro sanitário são estar fora de áreas de restrição ambiental (infelizmente, em Pontal do Paraná o aterro está situado na Mata Atlântica), em locais com aquíferos menos permeáveis, solos mais espessos e menos sujeitos aos processos de erosão e escorregamentos, declividade apropriada e distância de habitações, cursos d'água e redes de alta tensão, alta vida útil do empreendimento, alta capacidade de recebimento de resíduos, baixos custos de instalação e operação do aterro, menores gastos com infra-estrutura, menor distância entre a zona urbana geradora dos resíduos e disponibilidade de material de cobertura.

Mesmo obedecendo aos critérios-padrão de implantação, os impactos ambientais potenciais de um aterro são múltiplos e podem ser classificados em diretos e indiretos.

¹⁰ SIMÕES, F. S. Modelo para avaliação de recalques em aterros de disposição de resíduos sólidos urbanos. Tese de doutorado. PUC - Rio. 2002.

¹¹ BENVENUTO, C. Resíduos sólidos em pequenas comunidades: aspectos construtivos e ambientais, vantagens e desvantagens. Seminário sobre Resíduos Sólidos - RESID 2004. ABGE. São Paulo, 2004.

Os resíduos sólidos contidos num aterro sanitário são misturas de materiais orgânicos e inorgânicos que sofrem processos de oxidação e decomposição biológica, na presença ou ausência de oxigênio.

Os impactos diretos são as emissões líquidas (chorume), as emissões gasosas, a poluição sonora ou os ruídos do funcionamento das máquinas, a poeira e o impacto sobre a paisagem. Os impactos indiretos são o tráfego dos veículos transportadores e os problemas sanitários.

De todos estes impactos mencionados a produção de chorume pode ser considerada o mais problemático, em função da sua composição extremamente variável e do grande volume produzido diariamente e por vários anos, o que requer medidas específicas de tratamento de modo a reduzir o seu potencial poluidor na natureza(CASAGRANDE,2006).

3.3 Produção de lixiviados (chorume) e processo de degradação de resíduos sólidos

Chorume é o líquido turvo, escuro e malcheiroso, proveniente do armazenamento do lixo. Ele também recebe denominações como: sumeiro, percolado, chumeiro, lixiviado, dentre outras. A geração do chorume e seu escoamento, sem que receba o tratamento e disposição adequada, são, sem dúvida, uns dos problemas ambientais e de saúde pública mais relevantes associadas ao lixo (D'ALMEIDA, VILHENA, 2000). Entretanto, ele possui características próprias de um aterro para outro, e sua composição química varia com a idade do aterro e dos eventos que ocorreram antes da amostragem do mesmo.

O chorume é formado pela solubilização de componentes do lixo na água, principalmente da chuva. Os líquidos gerados pela decomposição dos resíduos percolam pelo material em decomposição nas células do aterro sanitário e lixiviam os materiais dissolvidos e em suspensão que ali se encontram. Compreendem, em geral, os líquidos infiltrados no aterro provenientes de fontes externas distintas, como os sistemas de drenagem superficial, precipitação pluviométrica e o lençol freático (CHEN¹², 1996 apud NAGALLI, 2005). O chorume é originário, então, de três

¹² CHEN, Y.; SHEN, Z.; LI, X. The use of vetiver grass (*Vetiveria zizanioides*) in the phytoremediation of soils contaminated with heavy metals. *Applied Geochemistry* 19. 2004.

diferentes fontes: da umidade natural do lixo, aumentando no período chuvoso; da água de constituição da matéria orgânica, que escorre durante o processo de decomposição; das bactérias existentes no lixo, que expelem enzimas que dissolvem a matéria orgânica com formação de líquido.

A água fica em contato com o lixo durante certo período e, por ação natural da gravidade, percola através da porosidade existente até encontrar uma camada impermeável do solo, formada por rochas, ou mesmo superfícies previamente preparadas para receber o lixo, onde acumula e escoar. Nos aterros sanitários, onde ocorre disposição planejada dos resíduos sólidos, normalmente o chorume é canalizado para um tanque a céu aberto, podendo haver ou não um pré-tratamento, e desse reservatório, em alguns casos, é despejado em bacias hidrográficas. A poluição das águas pelo chorume pode provocar endemias ou intoxicações, se houver a presença de organismos patogênicos e substâncias tóxicas em níveis acima do permissível Sissino¹³ (2000) apud Tartari (2003).

Ele pode ser considerado como um efluente complexo que geralmente contém compostos orgânicos (ácidos orgânicos, substâncias húmicas, solventes, alcoóis, fenóis, compostos aromáticos, pesticidas, entre outros), metais potencialmente tóxicos (Cd, Zn, Cu, Pb) e muitos outros íons (NH_4^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ , Cl^- , S^{2-} , HCO_3^- , etc.). A composição do chorume varia em função do tipo de solo utilizado como cobertura dos resíduos, do tipo de lixo depositado, das condições climáticas, da época do ano e da hidrogeologia e idade do aterro. Chorume de aterros antigos são caracterizados por possuírem uma grande quantidade de moléculas orgânicas persistentes, altos índices de Demanda Química de Oxigênio (DQO), amônia e alcalinidade e baixas biodegradabilidade e Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) (MORAES; BERTAZZOLI, 2004).

Os processos anaeróbios têm-se mostrado eficientes na remoção de metais pesados na forma de sulfetos, além de reduções significativas de DQO. Esses processos também são mais eficientes no tratamento de chorume novo (FERREIRA et al¹⁴ apud CASAGRANDE, 2006).

¹³ SISINNO, C. L. S.; OLIVEIRA, R. M. de (orgs.) Resíduos Sólidos, Ambiente e Saúde: uma Visão Multidisciplinar. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2000. p. 62.

¹⁴ FERREIRA, J. A.; GIORDANO, G., RITTER, E., ROSSO, T.C.A., CAMPOS, J.C., LIMA, P.Z.M. Uma Revisão das Técnicas de Tratamento de Chorume e a Realidade do Estado do Rio de Janeiro. In: 21º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, Anais em CD-ROOM, III -108, João Pessoa, 2001. 11p.

O impacto produzido pelo chorume sobre o meio ambiente está diretamente relacionado com sua fase de decomposição.

As tecnologias aplicáveis aos tratamentos de chorume são similares ao tratamento de esgotos. As diferenças marcantes estão nos valores dos parâmetros envolvidos, já que de maneira geral o chorume apresenta concentrações bem mais altas de variados parâmetros do que aquelas referentes aos esgotos domésticos (D'ALMEIDA; VILHENA, 2000).

Dentre as tecnologias utilizadas no tratamento de chorume podem ser citados o tratamento biológico (biodegradação) e a recirculação do mesmo.

- Tratamento biológico (biodegradação): No processo aeróbio a matéria orgânica é decomposta gradativamente até gás carbônico e água. No processo anaeróbio os produtos finais de degradação fermentativa são o metano e o gás carbônico. Alguns tipos de tratamento biológico são: lodos ativados; lagoas aeradas; lagoas de estabilização; reatores ou digestores anaeróbios de fluxo ascendente (RAFAs) (D'ALMEIDA; VILHENA, 2002).

Pode-se dizer que a digestão anaeróbia consiste em um ecossistema onde diversos grupos de microrganismos trabalham interativamente na conversão de matéria orgânica complexa em metano, gás carbônico, água, gás sulfídrico e amônia, além de novas células bacterianas.

De acordo com Vazzoler¹⁵ (2001) apud Monteiro (2003), a utilização de microrganismos no saneamento ambiental é prática comum do desenvolvimento dos processos biológicos de tratamento de águas residuárias e resíduos sólidos. A capacidade microbiana de metabolizar diferentes substâncias orgânicas e inorgânicas, naturais ou sintéticas, extraíndo-se desses compostos fontes nutricionais e energéticas, é o que possibilitou o emprego desses agentes biológicos pela engenharia sanitária.

Os seres vivos, principalmente os microrganismos, produzem enzimas - que são estruturas protéicas responsáveis pela degradação/quebra de uma substância em outra. O sistema enzimático microbiótico é notável, e consegue degradar grande variedade de substâncias de diferentes origens. As células microbianas possuem

¹⁵ VAZZOLER, R.F. Microbiologia e Saneamento Ambiental. USP. São Paulo, 2001.

grandes ferramentas enzimáticas que são também capazes de agir sobre substâncias químicas sintéticas, originadas de atividades antropogênicas. Através dessa propriedade os microrganismos podem conquistar diferentes nichos ecológicos e também explorar diferentes fontes energéticas.

a) Lagoas de estabilização

As lagoas de estabilização têm como função transformar em produtos mineralizados o material orgânico presente na água residuária a ser tratada. Neste aspecto, elas utilizam processos de tratamento que se baseiam na atividade metabólica de microorganismos, particularmente bactérias e algas.

No processo de tratamento em uma lagoa, as algas produzem oxigênio através da fotossíntese e este oxigênio pode ser utilizado por bactérias para oxidar o material orgânico biodegradável. Alternativamente, na ausência de oxigênio, bactérias anaeróbias podem transformar o material orgânico em biogás por meio do processo de digestão anaeróbia.

O resultado do tratamento biológico (anaeróbio e/ou aeróbio) é uma redução drástica da concentração de material orgânico, obtendo-se um efluente final com baixo valor de DBO₅. Todavia, o tempo de detenção do líquido ou tempo de detenção hidráulica (TDH), necessário para que se complete o tratamento, é longo (MARA; PEARSON¹⁶, 1987; YANEZ¹⁷, 1993 apud CAVALCANTI et al., 2000).

Por outro lado, o longo tempo de detenção, necessário para a estabilização do material orgânico tem uma vantagem indireta importante: o líquido permanece no sistema de lagoas por um período de tempo suficiente para que haja remoção completa dos ovos de helmintos e eficiência elevada de remoção de coliformes fecais (CF), garantindo, automaticamente, um efluente final com boa qualidade microbiológica (YANEZ, 1993; VON SPERLING¹⁸, 1999; apud CAVALCANTI et al., 2000).

¹⁶ MARA, D.D., PEARSON, H.W. Waste Stabilization Ponds – Design Manual for Mediterranean Europe. World Health Organization, Copenhagen. 1987.

¹⁷ YANEZ, F. Lagunas de estabilización, Ed. CEPIS, Lima, Peru. 1993.

¹⁸ VON SPERLING, M. Performance evaluation and mathematical modelling of coliform die-off in tropical and subtropical waste stabilisation ponds, *Water Research* 33 (6), 1435-1448. 1999.

Para se obter um bom desempenho e ao mesmo tempo minimizar o TDH, o sistema de lagoas de estabilização deve ser formado por várias lagoas que devem ser operadas em série (anaeróbia, facultativa e polimento).

a.1) Lagoa anaeróbia

Na primeira lagoa, a que recebe o esgoto bruto, a elevada carga de DBO_5 aplicada estabelece um ambiente predominantemente anaeróbio. A lagoa anaeróbia é bastante eficiente porque em um tempo relativamente curto (2 a 5 dias), remove uma grande fração do material orgânico (60 a 70 % da DBO_5) (MARA, 1975 apud CAVALCANTI et al., 2000), particularmente quando a temperatura é elevada ($>20^{\circ}C$).

Já VON SPERLING (1996) cita que as bactérias anaeróbias têm uma taxa de metabólica e de reprodução mais lenta do que as bactérias aeróbias. Num período de permanência de apenas 3 a 5 dias nessa lagoa a decomposição da matéria orgânica é apenas parcial. Mas essa remoção de 50 a 60% de DBO , mesmo insuficiente, significa grande contribuição, aliviando a carga para a seguinte lagoa, a *facultativa*.

A eficiência do tratamento de chorume está ligada à temperatura do meio líquido. Remoções de 90% da carga orgânica, medida em termos de 1.050,0g de $DQO.m^{-3}.dia$, já foram determinadas em chorume detido em condições anaeróbias por cerca de 10 a 12 dias com temperaturas de $23,0^{\circ}C$ a $30,0^{\circ}C$ (D'ALMEIDA; VILHENA, 2000).

Num outro exemplo, houve alta redução com temperatura na faixa de 11 a $23^{\circ}C$, com $670g DQO/m^3.dia$. Porém, a eficiência de remoção caiu de 87% a $23^{\circ}C$, para 22% à temperatura de $11^{\circ}C$, com tempo de retenção de 12,5 dias (D'ALMEIDA; VILHENA, 2000).

VON SPERLING (1996) cita que em um sistema lagoa anaeróbia-lagoa facultativa, a DBO é estabilizada em torno de 50% na lagoa anaeróbia, enquanto a DBO remanescente é removida na lagoa facultativa. Um sistema assim ocupa uma área inferior ao de uma lagoa facultativa única. O efluente bruto entra numa lagoa de

poucas dimensões e profunda. A fotossíntese praticamente não ocorre. No balanço entre consumo e produção de oxigênio o consumo é superior.

a.2) Lagoa facultativa

Na segunda lagoa da série, denominada lagoa facultativa (LF), há um ambiente aeróbio na camada superior, devido à produção fotossintetizante das algas e anaeróbio na camada inferior (CAVALCANTI et al., 2000). As algas se mantêm na lagoa por um relacionamento simbiótico entre elas e bactérias aeróbias e facultativas. Ocorre um sistema cíclico de trocas: as bactérias metabolizam a matéria orgânica dos efluentes, produzem, dentre outros, compostos dióxido de carbono, amônia e fosfatos. As algas utilizam esses nutrientes para a formação de nova massa celular, através de fotossíntese, liberam oxigênio ao final do processo, que atua como agente oxidante e é utilizado por bactérias aeróbias e facultativas na degradação de mais matéria orgânica – e completa-se o ciclo (D'ALMEIDA; VILHENA, 2000). Na LF ocorre, então, os dois processos de remoção do material orgânico: oxidação e digestão anaeróbia. O TDH na lagoa facultativa é de aproximadamente 7 a 20 dias.

a.3) Lagoa de polimento ou maturação

Geralmente em um sistema convencional, após as lagoas anaeróbia e facultativa, há ainda uma ou mais lagoas adicionais, com ambiente predominantemente aeróbio, denominadas lagoas de polimento ou maturação (LM). Essas lagoas se destinam ao tratamento aeróbio complementar e melhoria da qualidade microbiológica do efluente. Neste tipo de lagoa o TDH é de aproximadamente 10 a 15 dias, perfazendo-se, assim, um TDH total de 25 a 30 dias para o chorume percorrer todas as lagoas de tratamento.

Na lagoa de polimento, quando o pH sobe, o íon amônio (NH_4^+) tende a se transformar em amônia molecular livre (NH_3), um gás que irá se desprender da fase líquida. Desta maneira, haverá remoção de nitrogênio da massa líquida pela dessorção de amônia.

Por outro lado, um pH elevado resulta numa mudança do equilíbrio das espécies de fosfatos e numa maior concentração do íon PO_4^{-3} , o que por sua vez

pode resultar na precipitação de sais como fosfato de cálcio ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) ou apatita ($\text{Ca}_{10}(\text{OH})_2(\text{PO}_4)_6$).

As lagoas de polimento devem ser projetadas principalmente para realizar a remoção de bactérias de origem fecal e vírus, uma vez que a maior parte da DBO já foi removida anteriormente. Outras finalidades dessa lagoa são: oxidar a amônia remanescente para nitrato e diminuir a concentração de nutrientes solúveis.

Os organismos patogênicos podem ser removidos nessa lagoa por agentes bactericidas, bacteriófagos, predadores como rotíferos e protozoários, elevado pH, redução de nutrientes, competição entre várias espécies, variação de temperatura e incidência de luz solar.

São geralmente rasas, com 1,5 a 2,0 m de profundidade para manter as condições aeróbias. Normalmente são projetadas com a mesma profundidade das lagoas facultativas e como são menos turvas a luz solar penetra até o fundo e favorece a produção fotossintética de algas e cianobactérias. Como as cargas orgânicas são baixas, menos oxigênio é requerido para a degradação aeróbia da matéria orgânica (D'ALMEIDA; VILHENA 2002).

É importante salientar que a divisão do sistema de lagoas de estabilização em lagoas em série é uma providência necessária quando se deseja um tempo de retenção reduzido. Assim, a configuração mais adequada para a remoção do material orgânico é a série anaeróbia + facultativa + maturação. No entanto, os critérios de projeto devem ser modificados se a remoção de microorganismos patogênicos for o principal objetivo do tratamento, como geralmente é o caso na lagoa de polimento (D'ALMEIDA; VILHENA 2002).

- Recirculação do chorume - além do tratamento do chorume em lagoas de estabilização, pode-se optar pela recirculação deste para o interior do aterro sanitário, de maneira que ele possa percolar através da massa de sólidos disposta em camadas, reduzindo consideravelmente a demanda sobre as estações de tratamento, visto que esse pré-tratamento interno diminuirá as concentrações de DBO e DQO.

A técnica de recirculação do chorume combina o pré-tratamento anaeróbio no interior do aterro, que atua como um reator, com a evaporação que ocorre a cada recirculação. Assim, produz-se um eficiente tratamento anaeróbio, que é capaz de reduzir a elevada carga orgânica presente nesse tipo de efluente, de concentrações

da ordem de 20.000,0 mg.L⁻¹ para 1.000,0 mg.L⁻¹, após o período de um ano de coleta e reaplicação (QASIM; CHIANG¹⁹, 1994 apud D'ALMEIDA; VILHENA 2002).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Área estudada

O município de Pontal do Paraná, onde se localiza o aterro sanitário objeto deste estudo, situa-se na região sul do litoral do Paraná (Figura 1A), distante 36 km da cidade de Paranaguá. Ele limita-se ao norte e a oeste com o município de Paranaguá, ao sul com o município de Matinhos, e a leste com o Oceano Atlântico (SUDHERSA, 2004) (Figuras 1B e 2).

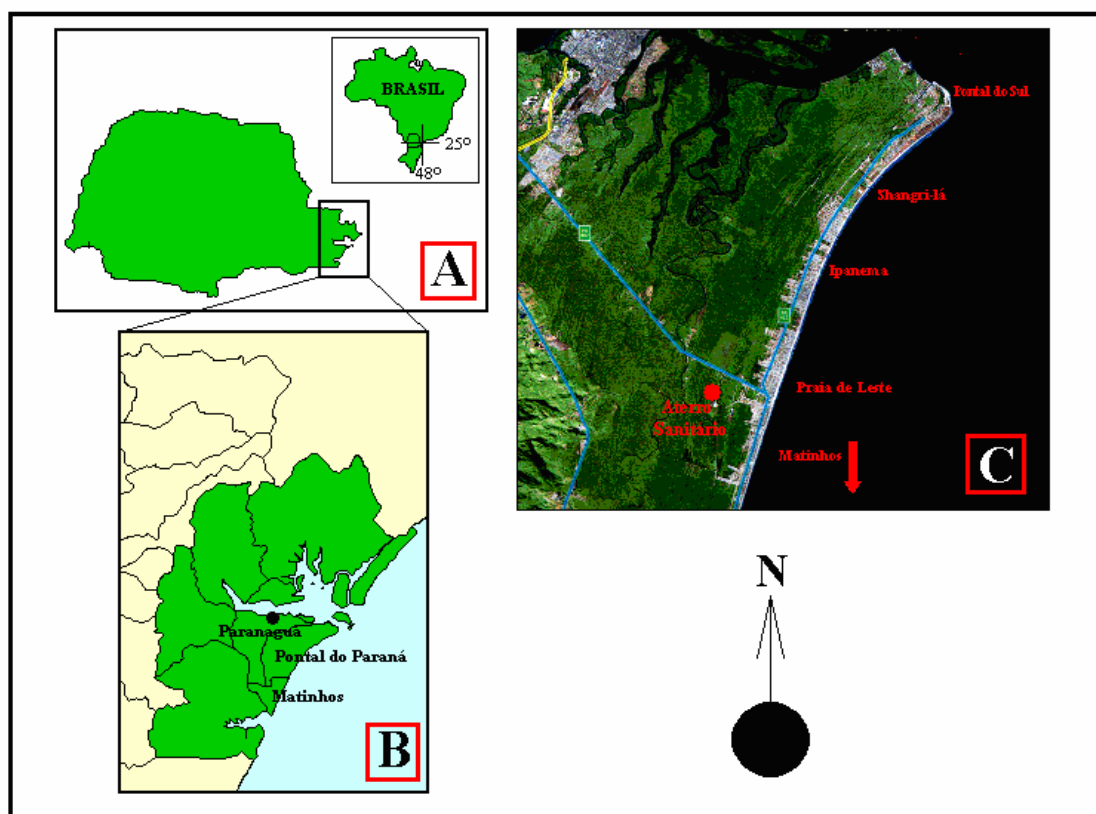


FIGURA 1: A) MAPA DO ESTADO DO PARANÁ EM LOCALIZAÇÃO DOS MUNICÍPIOS DO LITORAL; B) MAPA DO LITORAL COM LOCALIZAÇÃO DOS MUNICÍPIOS; C) FOTO AÉREA COM LOCALIZAÇÃO DO ATERRO SANITÁRIO DE PONTAL DO PARANÁ E MATINHOS.

As praias do município de Pontal do Paraná se estendem desde o Canal do DNOS (canal artificial de drenagem), na desembocadura da Baía de Paranaguá, até o Balneário de Monções, limite sul do município. Os principais balneários do

município são Monções, Praia de Leste, Ipanema, Shangri-lá, Atami e Pontal do Sul (Figuras 1C e 2).



FIGURA 2: LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE PONTAL DO PARANÁ.

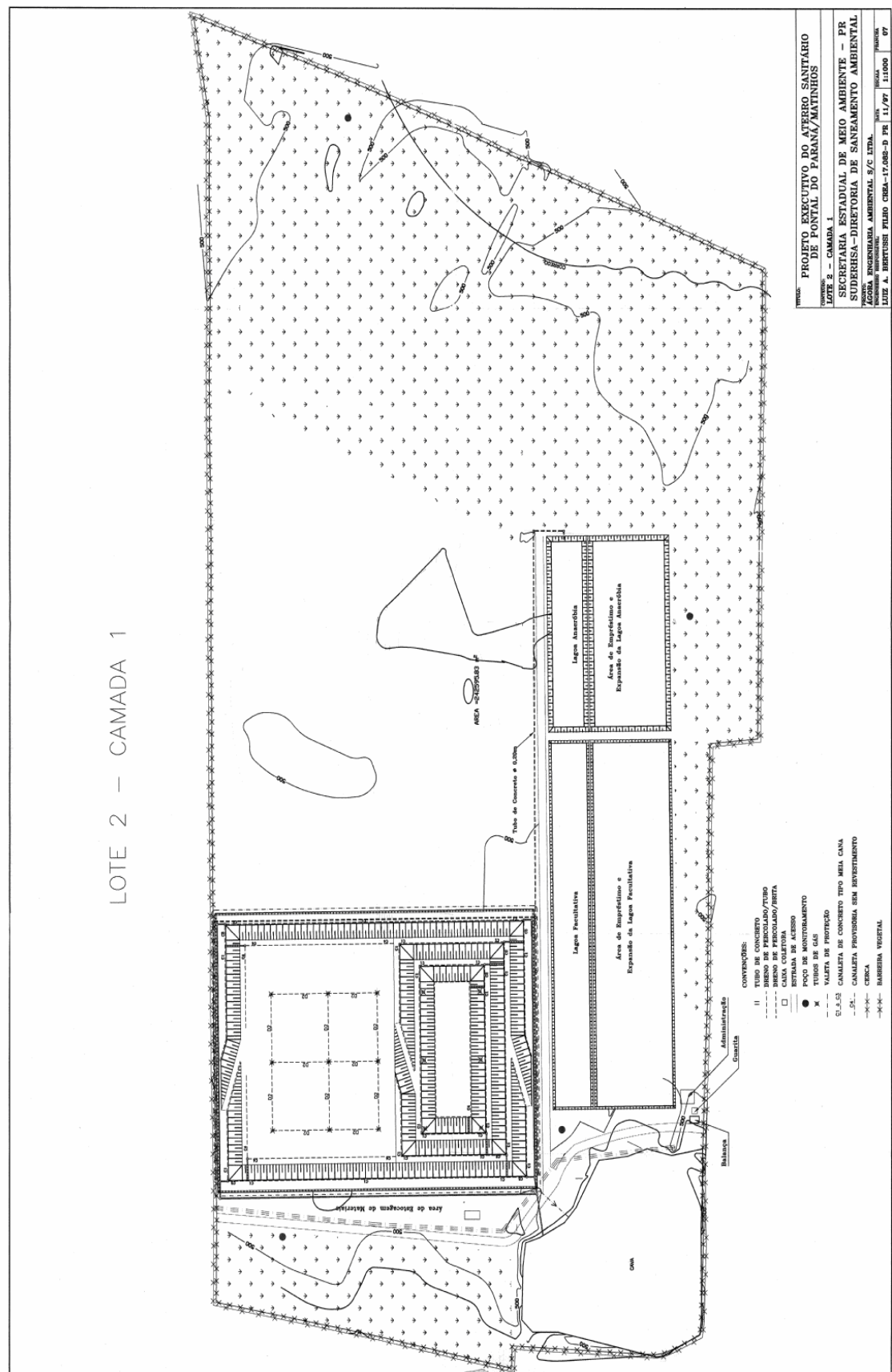
A população oscila entre 16.625 habitantes locais (IBGE, 2007), residentes durante todo o ano e 400 mil pessoas que compõem a população flutuante, principalmente durante as férias escolares, quando um expressivo contingente de turistas busca as praias para lazer (ANGULO et al., 1999).

O aterro sanitário de Pontal do Paraná (Figuras 1C e 4) é um aterro de área e localiza-se na porção oeste do município homônimo, distante 1,5 km da PR 407, na altura do posto da Polícia Rodoviária Estadual, a 4 quilômetros da praia. Na estrada de terra que dá acesso ao aterro sanitário há cerca de 20 habitações, que possuem abastecimento de água municipal e energia elétrica, sendo que o tratamento de esgoto é feito quase sempre na forma de fossas (RASSOLIN, 2002).

Este aterro possui uma área total de 242.595,82 m² dos quais 111.507,00 m² são destinados às seis células de deposição de lixo previstas e o restante é ocupado pela barreira verde, anel viário, sistema de tratamento de efluentes, pátio de

materiais, galpão, balança, escritório, refeitório e banheiros (RASSOLIN, 2002) (Figuras 4 e 5).

O aterro sanitário é utilizado pelos municípios de Pontal do Paraná e Matinhos, coordenado por um consórcio (CIAS – Consórcio Intermunicipal Aterro Sanitário) e começou a ser operado em fevereiro de 2000. Segundo o seu memorial descritivo, ele foi projetado para uma vida útil de no mínimo 15 anos (RASSOLIN, 2002), podendo chegar a mais de 20 anos e atingindo um máximo de 150 m de comprimento e largura, e 15 m de altura (CIAS, 2008).



Atualmente ele apresenta duas células, sendo uma em espera na quarta camada e a outra em funcionamento na primeira camada. A quinta camada será aplicada unificando-se as duas células (Figuras 6, 7 e 8). Cada célula possui vida útil em torno de 5 anos, e cada camada dura pouco mais de um ano. Existem também 8 poços de monitoramento e os gases gerados são queimados (havendo 8 queimadores por célula) (CIAS, 2008).



FIGURA 4: GALPÃO ONDE SÃO PESADOS OS CAMINHÕES.

A deposição de lixo neste aterro ocorre do seguinte modo: após a formação de uma camada de lixo de 3 m de altura, é realizada a cobertura com cerca de 40 cm de argila e assim por diante. A argila é proveniente de Alexandra (PR), próximo ao município de Morretes (PR) e distante aproximadamente 36 km (RASSOLIN, 2002).

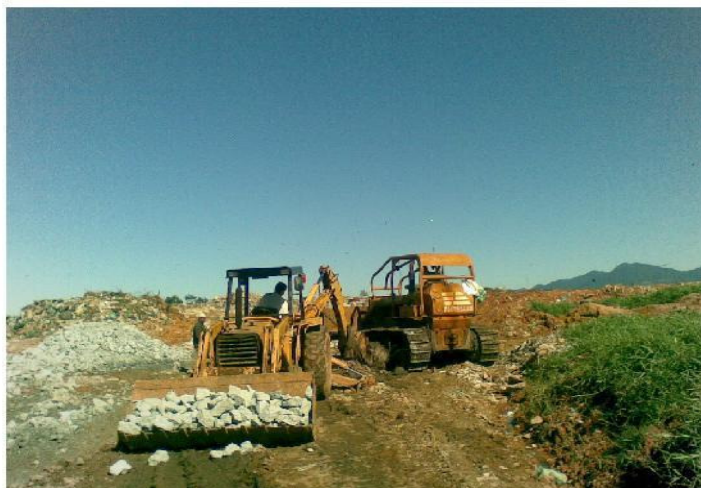


FIGURA 5: COBERTURA DE CÉLULA NO ATERRO SANITÁRIO DE PONTAL DO PARANÁ E MATINHOS.



FIGURA 6: VISTA DE RESÍDUOS DISPOSTOS EM CÉLULA DO ATERRO SANITÁRIO DE PONTAL DO PARANÁ E MATINHOS.



FIGURA 7: VISTA DE CÉLULA DO ATERRO SANITÁRIO.

Como o solo arenoso encontrado na área apresenta uma alta permeabilidade, as células de deposição foram construídas sobre uma camada de argila compactada, coberta com geomembrana e com outra camada de argila. Esta disposição de camadas previne a infiltração do chorume no lençol freático e impede o rompimento da membrana pelos materiais depositados e compactados (RASSOLIN, 2002).

O aterro sanitário recebe resíduos sólidos urbanos de origem domiciliar, comercial, pública, hospitalar, além de coletas especiais de resíduos vegetais e animais (geralmente resultante da pesca). Os resíduos sólidos de serviço de saúde eram incinerados duas vezes por semana e as cinzas depositadas nas células do aterro (RASSOLIN, 2002). Hoje este incinerador, devido ao seu alto custo, foi desativado por ordem do Instituto Ambiental do Paraná.

No que se refere à produção de resíduos, na baixa temporada o município de Matinhos produz cerca de 25 t /dia de resíduos, enquanto que a produção de Pontal do Paraná é cerca de 50t /dia. No que se refere à alta temporada, Matinhos gera de 70 a 250 t /dia de resíduos, enquanto que em Pontal do Paraná a produção varia de 50 a 180t /dia. No aterro sanitário chegam, provenientes dos dois municípios, cerca de 7 caminhões de lixo na baixa temporada, e até 25 caminhões na alta.

Quanto à produção de chorume, em novembro de 2006 a vazão média diária da lagoa anaeróbia foi 2,385 L/s (máximo 10 L/s; mínimo 0,06L/s); a lagoa facultativa de 2,671 L/s (máximo 11L/s; mínimo 0,02 L/s).

Já em janeiro de 2007, mês de férias e *real* alta temporada, foi observado um aumento: a vazão média diária da lagoa anaeróbia foi 3,486 L/s (máximo 8,0 L/s; mínimo 0,5 L/s); a lagoa facultativa teve vazão média de 5,12 L/s (máximo 9,0 L/s; mínimo 0,8 L/s)(CIAS, 2007).

O sistema de tratamento de efluentes do aterro sanitário de Pontal do Paraná é composto por três lagoas - anaeróbia, facultativa e lagoa de polimento:

a) Lagoa anaeróbia

A lagoa anaeróbia possui 30 m de largura por 90 m de comprimento e profundidade de 3 m. Ela recebe o chorume drenado das células de deposição, que é bombeado através de duas bombas de recalque que operam automaticamente de acordo com o nível de chorume no reservatório (Figura 9).



FIGURA 8: VISTA DA LAGOA FACULTATIVA DO ATERRO SANITÁRIO DE PONTAL DO PARANÁ E MATINHOS.

A lagoa anaeróbia, segundo técnicos do aterro, teve a associação de alguns métodos complementares de tratamento para aceleração do processo de degradação, o carvão de bambu. No entanto, esse método foi utilizado até o começo desse ano, devido a questões de licitações e renovações de contrato (Figura 10).

O carvão de bambu é caracterizado por células com milhares de micro-orifícios, o que faz reter as partículas de odores, que são decompostas por bactérias que vivem nesses orifícios, mantendo o equilíbrio no ambiente interno. Os tamanhos dos orifícios são irregulares, sendo beneficiados diversos tipos de bactérias.

Nesta primeira lagoa, também foi instalado um equipamento de aeração, a 40 metros da entrada do chorume. O aerador foi instalado entre a primeira e a segunda barreira de carvão, tendo função de controle e não de tratamento direto (já que é uma lagoa *anaeróbia*) e não sendo necessário o seu permanente funcionamento. Atualmente este projeto do carvão de bambu encontra-se em manutenção e aguarda-se uma nova licitação para a sua continuidade.

Dentre os equipamentos estão presentes também suportes metálicos com carretilhas (e acessórios) para a suspensão dos cabos-suportes das bolsas com carvão.

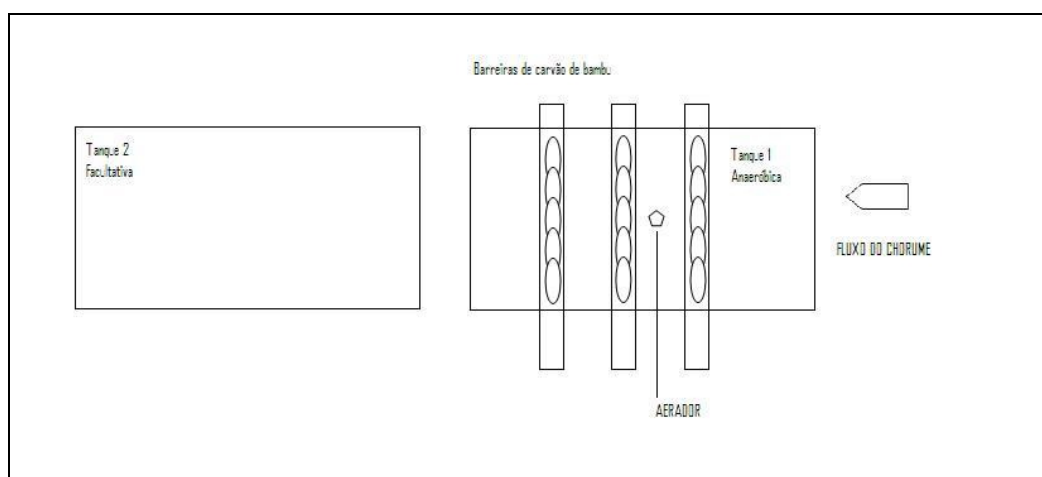


FIGURA 9: ESQUEMA DA LAGOA ANAERÓBIA COM AS BARREIRAS DE CARVÃO DE BAMBU.

Além da tentativa de tratamento com bambu, segundo técnicos do CIAS, também foram utilizados alimentos para as bactérias, como amido (trigo) ou sob a forma de glicose (açúcar mascavo). Para equilibrar o pH a equipe técnica do aterro utilizava esporadicamente o ácido pirolenhoso, que é derivado do próprio bambu e cinza de bambu.

O carvão de bambu foi inoculado mensalmente, na quantidade de 4.800 kg, com formato granulado de cerca de 10 mm.

b) Lagoa facultativa

Esta lagoa possui dimensões de 30 m de largura por 210 m de comprimento e 1,4 m de profundidade, bem maior que a anaeróbia. Nesta lagoa não foi realizada nenhuma tentativa de acelerar o processo (Figura 9).

c) Lagoa de polimento

Esta lagoa foi o aproveitamento de uma antiga cava de mineração de areia, impermeabilizada com argila para o recebimento do efluente proveniente da lagoa facultativa. As suas dimensões são irregulares e pela presença de vegetação espessa (macrófitas) em várias de suas margens, não foi possível obter a sua metragem exata (Figura 11). Desta lagoa, o líquido tratado evapora ou vai diretamente para o Rio Pery, separado desta por apenas uma pequena barreira construída com sacos de areia que se encontra em péssimo estado de conservação.



FIGURA 10: VISTA PARCIAL DA LAGOA DE POLIMENTO DO ATERRO SANITÁRIO.

4.2 Metodologia

4.2.1 Caracterização físico-química e microbiológica

4.2.1.1 Coleta de água superficial

Em agosto de 2007 (baixa temporada, inverno, período seco) e fevereiro de 2008 (alta temporada, verão, período chuvoso) foram coletadas, em triplicata, com um recipiente plástico acoplado a um cabo de madeira (Figura 11), amostras de águas superficiais em cinco pontos, dois deles localizados na lagoa de polimento (um no deságüe para o Rio Pery (saída) e o outro próximo da chegada do efluente da lagoa facultativa (entrada) e três em lagoas do entorno, sendo que uma delas, por estar distante aproximadamente 2 km do aterro, foi considerada como *controle* para a discussão dos resultados (Figura 12). Tanto a lagoa de polimento quanto as lagoas no entorno são antigas lagoas de cava de areia.



FIGURA 11: COLETOR DE AMOSTRAS UTILIZADO NESTE TRABALHO (ANDRETTA, 1999).

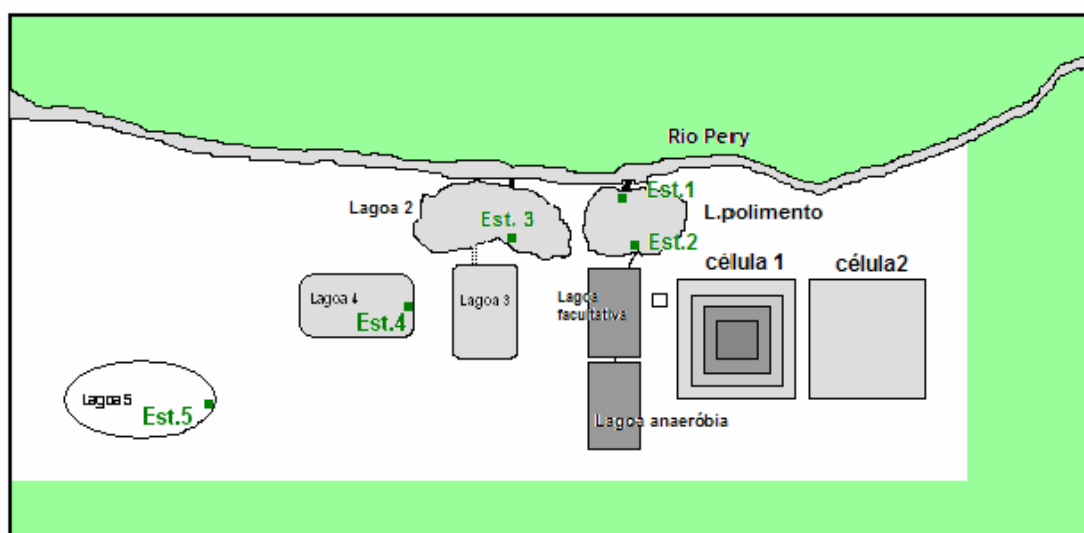


FIGURA 12: ESQUEMA DO ATERRO SANITÁRIO E ESTAÇÕES DE COLETA.

4.2.1.2 Estratégia amostral

Em todos os pontos foram coletadas amostras para a análise dos seguintes parâmetros:

- **temperatura da água:** medida *in loco* com termômetro de mercúrio padrão, iniciando pela manhã e terminando no início da tarde;

- **oxigênio dissolvido:** as amostras foram recolhidas do coletor com seringas acopladas a mangueiras flexíveis, introduzidas até o fundo dos frascos (garrafas de Winkler), evitando a formação de bolhas. Em cada amostra recém-coletada foram adicionados 1 mL de sulfato de manganês (reagente 1) e 1 mL de iodeto de potássio (reagente 2) para a fixação do oxigênio. Para evitar variações de temperatura os frascos foram envoltos em sacos escuros e imersos, em água do local de coleta, estocados em isopor;

- **demanda bioquímica de oxigênio:** amostras foram coletadas de forma similar às do oxigênio dissolvido, em dois frascos para cada ponto de coleta, entretanto com a adição de reagentes em apenas um deles;

- **material particulado em suspensão (seston) e matéria orgânica particulada:** foram coletados cerca de 2 L de amostra, em garrafas plásticas, e conservadas em isopor com gelo até a chegada no laboratório;

-**compostos nitrogenados e fosfato:** foram utilizadas as mesmas amostras coletadas para o material particulado em suspensão, após filtração; isto foi necessário para que haja a separação das formas solúveis e em suspensão na amostra e, então, a alíquota filtrada estará praticamente sem material em suspensão e turbidez, as quais interferem nas análises espectrofotométricas por dispersarem a luz incidente, e assim no resultado da absorbância e das concentrações;

- **amônia não ionizada:** a partir dos valores obtidos de NH_4^+ , pH e temperatura, foi calculada através do “*Free Ammonia-Nitrogen Calculator & Information*”, de ALLEMAN, J.E.

- **bactérias heterotróficas totais:** Aproximadamente 18 mL de cada sub-amostra de água foram formalizadas *in loco*, mantendo-se uma concentração final de aproximadamente 5% de formaldeído p.A. e acondicionadas em isopor até a chegada ao laboratório;

- **coliformes totais e *Escherichia coli***: foram utilizados frascos de vidro estéreis de cerca de 200 mL. Todo o material coletado também foi acondicionado em isopor com gelo.

4.2.1.3 Análises laboratoriais

Nos laboratórios de Biogeoquímica e Microbiologia Ambiental Marinha do Centro de Estudos do Mar da UFPR foram analisados, os seguintes parâmetros:

Parâmetros físico-químicos

- **potencial hidrogeniônico (pH)**: foi medido logo depois da chegada ao laboratório, utilizando-se um peagâmetro ANALION portátil;

- **oxigênio dissolvido**: foi analisado pelo método por titulação segundo Winkler, descrito por Grasshoff et al. (1983) e a porcentagem de saturação calculada segundo as tabelas de solubilidade de oxigênio na água (cm^3/dm^3) da UNESCO de 1973. As amostras foram acidificadas no laboratório e após a dissolução de precipitado realizou-se a titulação conforme o método;

- **demanda bioquímica de oxigênio (DBO_5)**: foi analisada segundo metodologia descrita por Niencheski et al. (2006). Para cada análise foram utilizados dois frascos de DBO de volume especificado. Levou-se o frasco no qual não foram adicionados reagentes pra a incubadora de DBO por cinco dias a 20°C. As amostras adicionadas de reagentes foram acidificadas, foi então realizada titulação, e obtida a concentração de OD_1 . Após cinco dias foi obtido o OD_5 e calculada a DBO_5 ;

- **material particulado em suspensão (MPS ou seston)**: quantidades variáveis (até a saturação dos filtros, aumentando-se a certeza de que

grande quantidade de partículas foram retidas) de água foram filtradas em filtros GF-52C da empresa Schleicher & Schuell pré-pesados. Após a filtração os filtros foram mantidos a 60°C por duas horas, resfriados por uma hora e pesados em balança. A análise foi determinada seguindo o método gravimétrico descrito por Strickland; Parson (1968);

- **matéria orgânica particulada (MOP)**: foi determinada pelo método da ignição. Após a determinação do material particulado em suspensão (MPS ou seston) o filtro foi incinerado a 450°C por uma hora em mufla e em seguida pesado. O cálculo foi feito com base na diferença entre pesos antes e depois da incineração;

- **nitrito (NO_2^-), nitrito (NO_2^-), nitrogênio amoniacal (NH_4^+) e fosfato (PO_4^{3-})**: seguiu-se metodologia descrita por Grasshoff et al. (1983); foi utilizado espectrofotômetro na faixa de luz visível com uso de cubetas, para as amostras, de trajeto ótico específico; a amostra já filtrada (cerca de 250 mL) foi subdividida em frascos; foram reservados 15 mL para a análise de nitrito, 15 mL para a de fosfato, 25 mL para a análise de amônio e 25 mL para a de nitrito, conforme método; para o trabalho com cada nutriente foram adicionados reagentes específicos e utilizado um comprimento de onda em particular, que variou de 540 a 885 nm.

- **pluviosidade**: foi obtida através de pluviômetro em campo (CIAS), nos períodos seco e chuvoso;

- **vazão do chorume**: medida com vasilha graduada, também foi obtida com técnicos do CIAS.

Parâmetros microbiológicos

- **bactérias heterotróficas totais e biomassa bacteriana**: Para a contagem das bactérias foram filtradas alíquotas em filtros de membrana Nucleopore (25 mm de diâmetro e 0,22 μm de poro) previamente

escurecidos, seguindo metodologia descrita por Parsons et al. (1984) Como corante foi utilizado o fluorocromo laranja de acridina.

Entretanto, para que pudesse ser feita a contagem das bactérias das amostras das *estações 1 e 2*, 1 mL de água do campo foi diluído em 9 mL de água destilada, a mistura agitada vigorosamente, e desta diluição foram retiradas sub-amostras (0,1 mL) e seguida a metodologia Parsons et al. (1984). Nas demais estações foram utilizados, para a contagem das bactérias, 1 mL de água do campo.

- **biomassa bacteriana**: para a quantificação da mesma, foi determinado o seu biovolume a partir de figuras geométricas aproximadas (esfera e cilindro) e foi utilizado o fator de conversão de $0.4 \text{ pgC}\mu\text{m}^{-3}$ (BJØRNSSEN; KUPARINEN, 1991)²⁰ apud (DELILE et al., 1996).

-**coliformes totais e *Escherichia coli***: para a quantificação dos mesmos levou-se as amostras de água ao laboratório e alíquotas foram diluídas com quantidades variadas de água destilada (5 mL das *estações 1 e 2*, 10 mL da *estação 3*, 50 mL da *estação 4* e 100 mL da *estação 5*), perfazendo um total de 100 mL.

Para a análise utilizou-se um substrato cromogênico composto basicamente por sais, ortho-nitrofenil- β -d-galactopyranosideo (ONPG), específico para o grupo de coliformes totais e 4-metil-umberifenil glucoronídeo (MUG) específico para *Escherichia coli*, conforme descritos no “*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*” (EATON; GREENBERG, 1995). Os produtos utilizados foram Colilert, de acordo com a metodologia sugerida pela empresa Idexx Laboratories, Inc.

As amostras, após sua inserção em cartelas com meio de cultura COLILERT 24 horas, específico para água doce, foram seladas e submetidas à incubação por 24 horas a 36°C. A contagem das *E. coli* foi

20

BJØRNSSEN, P.K.; KUPARINEN, A. Determination of bacterioplankton biomass, net production and growth efficiency in the southern ocean. Mar. Ecol. Prog. Ser. V.71: 185 194.1991.

realizada sob luz ultravioleta (365 nm) e os coliformes totais sob iluminação natural, sendo este método dito “enzimático” – diante dos substratos citados determinadas enzimas nas bactérias são ativadas, ocorrendo expressão de um brilho, o qual auxilia na contagem. Para obtenção do número mais provável (NMP) de coliformes totais e *Escherichia coli* em 100 mL de água foi utilizada uma tabela (IDEXX Quanti-Tray/2000 MPN Table) fornecida pela própria empresa.

4.2.2 Quantidade de resíduos sólidos depositados no aterro sanitário

Os dados diários de resíduos sólidos depositados (pesagem) foram obtidos pelo escritório do CIAS e utilizados para a avaliação do cenário da produção de resíduos até o ano de 2008, uma análise comparativa da produção de Pontal do Paraná e Matinhos, com enfoque na quantidade produzida e época do ano. Os resíduos da Ilha do Mel e Ecovia também foram quantificados.

4.2.3 Produção de chorume e pluviosidade

Dados diários de vazões de chorume e pluviosidade também foram disponibilizados pelo aterro (de 2003 a 2008). Comparou-se a evolução desses parâmetros ao longo dos anos (até 2008) e a contribuição das cidades envolvidas e da época do ano.

4.3 Tratamento de dados

Para a identificação de distribuição temporal e espacial os dados foram logaritimizados e realizada a Análise dos Componentes Principais (PCA), com o uso do programa Statistica, versão 6.0 (StatSoft, Inc. 1984-2001).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos neste trabalho referem-se aos dados experimentais coletados junto às lagoas no entorno do aterro e lagoa de polimento, além de dados das quantidades de resíduos sólidos dispostos no aterro sanitário, provenientes tanto do município de Matinhos quanto de Pontal do Paraná, Ilha do Mel e Ecovia.

5.1 Parâmetros físico-químicos e microbiológicos da lagoa de polimento e lagoas do entorno do aterro sanitário

Os parâmetros avaliados junto às lagoas do entorno do aterro sanitário e junto à lagoa de polimento, pertencente ao aterro, consistiram em parâmetros físico-químicos (temperatura, pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, nitrito, nitrato, nitrogênio amoniacal, fosfato, seston) e parâmetros microbiológicos (coliformes totais, *Escherichia coli*, bactérias heterotróficas totais, produção de biomassa bacteriana).

5.1.1 Parâmetros físico-químicos

5.1.1.1 Temperatura

Durante o período de experimento a temperatura não apresentou grandes variações ao longo das estações de coleta, embora tenha sido mais elevada na estação chuvosa (verão) (Tabela 1, Figura 13). Este parâmetro é de peculiar importância, já que o teor de oxigênio dissolvido na água está relacionado diretamente à temperatura.

Na lagoa de polimento as temperaturas médias obtidas no período de seca foram de 18,33 °C para a *estação 1* e de 20,66 °C para a *estação 2*, portanto, com pouca variação. De modo semelhante no período chuvoso, as temperaturas médias desses pontos foram semelhantes, ficando em 28,33 °C e 27,16 °C, respectivamente. É importante ressaltar que as duas coletas foram realizadas em manhãs ensolaradas.

TABELA 1: VALORES MÉDIOS DA TEMPERATURA NOS PERÍODOS DE INVERNO E VERÃO.

	Estação 1	Estação 2	Estação 3	Estação 4	Estação 5
Inverno (seco)	19,83	20,33	22,83	20,33	19,5
Verão (chuvoso)	28,33	27,17	28,83	29,67	33,00

FONTE: o autor (2008)

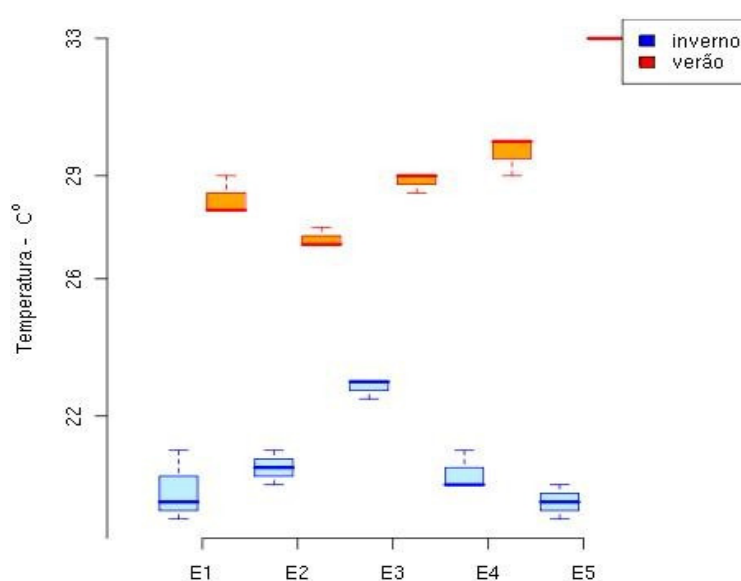


FIGURA 13 - VARIAÇÃO DA TEMPERATURA NOS PERÍODOS SECO (AZUL) E CHUVOSO (VERMELHO).

A lagoa contígua ao aterro sanitário, ou seja, *estação 3*, e a quarta lagoa, localização da *estação 4*, apresentaram temperaturas médias próximas, tanto no período seco (22,83 °C e 20,33 °C) quanto no período chuvoso (28,33 °C e 29,67 °C), respectivamente.

No que se refere à última lagoa, *estação 5*, mais afastada do aterro, os valores médios de temperatura foram de 19,50 °C (estação seca) e 33,00 °C (estação chuvosa), cujo valor mais elevado pode estar relacionado com o horário de coleta (13:30h) e/ou pelo próprio tamanho da lagoa, menor que as outras em estudo (Tabela 1) (Figura 13).

Um padrão espacial para os valores de temperatura também foi visto em maio de 2007, em análises realizadas pela PUC-PR nas lagoas de tratamento. Na entrada da lagoa anaeróbia desse aterro verificou-se 23,8 °C e na entrada da lagoa facultativa foi medido 22,1 °C. Na saída da lagoa de polimento foi verificado 21,1 °C.

Neste contexto de análise da temperatura é interessante destacar que esta se refere à medição da intensidade de calor, da energia cinética média das partículas de um objeto (RUSSEL, 1994; VON SPERLING, 1996). Este parâmetro pode alterar a solubilidade dos gases e a cinética das reações químicas, logo a interação dos poluentes com os ecossistemas aquáticos é influenciada por sua variação; um incremento na velocidade das reações bioquímicas ocorre à medida que a temperatura das águas se eleva (CUNHA, 2002).

5.1.1.2 Potencial hidrogeniônico (pH)

Este parâmetro apresentou variação ao longo dos pontos de coleta. Em ambas as estações do ano o potencial hidrogeniônico teve um comportamento decrescente à medida que as lagoas se distanciavam do aterro sanitário.

Na lagoa de polimento o valor médio encontrado foi 7,88 conforme dados da *estação 1*, e 7,85 conforme dados da *estação 2* no período seco. No período chuvoso os dados da *estação 1* mostraram valor médio 7,33, e de acordo com dados da *estação 2* o valor encontrado foi 7,4.

Os dados obtidos na lagoa ao lado do aterro (*estação 3*) apresentaram um pH de 6,41 no inverno e 6,09 no verão, com maior semelhança aos dados verificados na lagoa de polimento.

Na quarta lagoa (*estação 4*) foram verificados valores médios de 5,97 no período seco e 4,29 no período chuvoso.

Os dados coletados na quinta e última lagoa (*estação 5*), mostraram valores médios de pH baixos, 3,32 no inverno, e 3,36 no verão. Neste ponto de coleta, a água apresentava-se muito escura, caracterizando presença de matéria orgânica em decomposição, situando-se a mesma em meio a uma vegetação abundante (Tabela 2) (Figura 14).

TABELA 2: VALORES MÉDIOS DO POTENCIAL HIDROGENIÔNICO NOS PERÍODOS SECO E CHUVOSO.

	Estação 1	Estação 2	Estação 3	Estação 4	Estação 5
Inverno (seco)	7,88	7,84	6,41	5,96	3,82
Verão (chuvoso)	7,33	7,4	6,09	4,29	3,36

FONTE: o autor (2008)

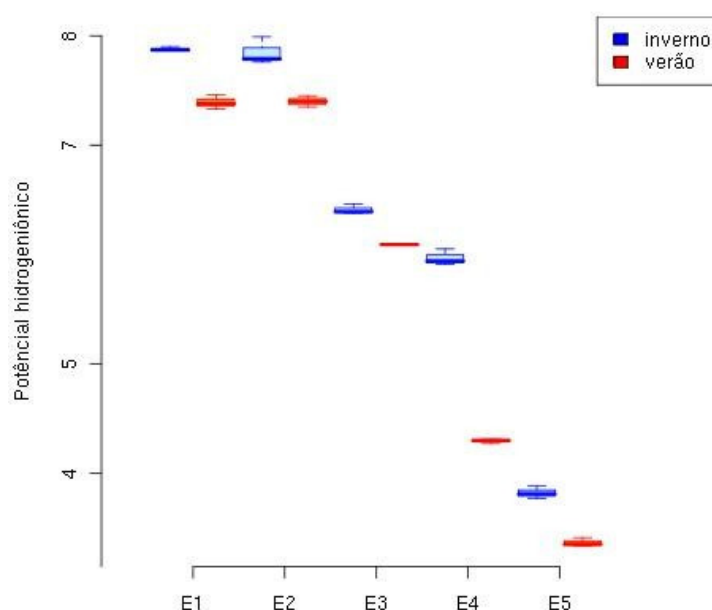


FIGURA 14 – COMPARAÇÃO DO POTENCIAL HIDROGENIÔNICO ENTRE OS PERÍODOS SECO (AZUL) E CHUVOSO.

Baird (2006) descreve que valores baixos de pH em corpos d'água podem estar relacionados com a presença de ferro. Desta forma, os valores extremamente baixos de pH, observados na última lagoa, sugerem que possa ter havido a presença de altas quantidades deste mineral. Além disto, a acidez verificada nas duas estações do ano também pode ter como provável causa a degradação da matéria orgânica natural (ácidos húmicos, ácidos fúlvicos), com a de vegetação de restinga existente nas suas margens e chuva carreando matéria orgânica para dentro da lagoa de cava, que é um corpo d'água sem saída.

Os valores de pH encontrados neste estudo na lagoa de polimento estão na faixa proposta pela Resolução CONAMA 357/05, que determina que o efluente tratado apresente pH entre 5 e 9.

Valores acima e abaixo aos dados da lagoa de polimento (7,8 e 7,3) encontrados no presente trabalho foram observados em outros estudos. Dados coletados pela PUC-PR em maio de 2007 mostraram para as lagoas de tratamento desse aterro valores de pH acima de 8 (Quadro 1).

Em fevereiro de 2008, em análises terceirizadas realizadas pela empresa TECLAB, a pedido do CIAS, foram encontrados valores de pH acima de 8 conforme dados de vários pontos das lagoas anaeróbia e facultativa, e bem acima de 6 na lagoa de polimento.

Os valores encontrados no presente estudo foram em geral inferiores, talvez por conta da idade do chorume, aos do aterro de Guaratuba (PR) verificados por Preussler (2008). No período seco (mês de agosto de 2007) os dados coletados por essa autora mostraram que o pH no ponto em que recebia efluente tratado teve valor 8,64, e nos pontos de área alagável após o pós-tratamento de macrófitas foram verificados valores de 8,18; 8,10 e 7,20. Em fevereiro, período chuvoso, os dados do primeiro ponto mostraram pH 7,84 e os demais 8,03, 6,67 e 7,73, respectivamente.

Já França (2007), no aterro controlado de Morretes (PR), realizou coletas em fevereiro (verão) e em abril (outono), em período de estiagem e verificou valores para o percolado entre 7,57 e 8,46, conforme os dados obtidos (Quadro 1).

	entrada lagoa anaeróbia ou saída direta aterro	meio lagoa Anaeróbia	saída lagoa anaeróbia	entrada lagoa Facultativa	meio lagoa facultativa	saída lagoa facultativa	entrada lagoa polimento	saída lagoa polimento	ponto próximo Aterro
CIAS (Maio/2007) PUC	8,03	-	-	8,31	-	8,36	-	8,04	-
CIAS (Agosto/2007) CEM	-	-	-	-	-	-	7,8	7,85	6,41
CIAS (Fevereiro/2008) CEM	-	-	-	-	-	-	7,33	7,4	6,09
CIAS (Fevereiro/2008) TECLAB	8,27	8,21	8,07	8,34	8,4	8,36	8,03	6,79	-
Aterro Guaratuba (Agosto/ 2007)	8,29	-	-	8,59	-	-	8,64	-	8,18
Aterro Guaratuba (Fevereiro/2008)	7,72	-	-	7,92	-	-	7,84	-	8,03
Aterro controlado Morretes (Abril/2007)	7,57	-	-	-	-	-	-	-	-
Aterro controlado Morretes (Fevereiro/2007)	8,46	-	-	-	-	-	-	-	-

QUADRO 1 – POTENCIAL HIDROGENIÔNICO – SITUAÇÃO EM ATERROS DO LITORAL DO PR.
FONTE: o autor (2008); FRANÇA (2007); PREUSSLER (2008); PUC (2008) e TECLAB (2008)

Valores de pH entre 7,76 e 7,90 foram encontrados nos dados do presente trabalho na lagoa de polimento na estação seca. No estudo do aterro controlado do Morro do Céu, Sissino et al. (1996) encontraram valor de pH 7 nas águas de córrego próximo e não em lagoas de tratamento.

Vale a pena enfatizar, também que no presente trabalho, houve número reduzido de coletas e não se pode afirmar o que foi verificado por Vitule (2007) em trabalho na Bacia do Rio Guaraguaçu (litoral do Paraná). Esse autor verificou que o pH esteve diretamente proporcional à pluviosidade, e apresentou também diferenças espaciais.

Os dados coletados por Vitule (2007) mostraram que o pH se comportou mais ácido nos trechos a montante da bacia e mais alcalino nos trechos a jusante. O autor comentou que foi um padrão esperado, já que rios de planície

litorânea em trechos a montante, em altitudes baixas possuem maior acidez, devido às maiores quantidades de matéria orgânica, detritos, ácidos orgânicos e ferro, recebidos das florestas e que tendem a se alcalinizar com o gradiente longitudinal, aumento da ordem de grandeza, do volume e dos movimentos das águas nos trechos mais a jusante.

No trecho da Bacia do Rio Guaraguaçu próximo ao aterro sanitário, Rio Pery, Vitule (2007) verificou sempre águas menos transparentes, com mau cheiro, independentes da maré e época do ano e valores de pH mais alcalinos e discrepantes, sugerindo que além de estar relacionado com o grau de degradação e ligações com os canais próximos aos balneários, também ocorre influência do aterro sanitário.

Neste trabalho, os dados nas lagoas de cava no entorno do aterro mostraram valores de pH entre 3 e 8. No lago de Águas Claras Sperling et al. (2004) encontraram valores de pH oscilando de 6,9 (janeiro/2003) a 9,2 (novembro/02 e abril/03). Segundo eles as águas foram caracterizadas como tipicamente alcalinas, que é comum para os ambientes aquáticos naturais.

Novamente tratando de ambientes lênticos, Striebel et al. (1991) afirmaram que ainda existia um hiato para a compreensão das interações entre águas subterrâneas contaminadas, sedimentos de lagos e águas de lagos. As propriedades químicas das águas intersticiais em sedimentos de lago adjacentes a aterros sanitários podem ser, com certeza, influenciadas pelo afloramento das águas subterrâneas.

Esses autores comentaram ainda que na vizinhança de um aterro sanitário, seções de águas subterrâneas podem ser espacialmente distintas de acordo com os produtos de mineralização, variados como concentrações acentuadas de amônio, bicarbonato, íons de ferro e de manganês e a presença de sulfetos.

5.1.1.3 Oxigênio dissolvido

O percentual de saturação de oxigênio dissolvido apresentou valores baixos, já esperados, na lagoa de polimento, e superiores nas demais lagoas.

Conforme os dados obtidos, na *estação 1*, o percentual de saturação encontrado foi de 25,4% e na *estação 2* a média foi de 28,9%, no período seco.

Na *estação 1* foi possível verificar, no período seco, que a lagoa não estava vazando água para o Rio Pery. Foi verificado também que a água estava parada, com espuma e muitas folhas. No primeiro e segundo ponto de coleta só foi obtido o valor da segunda e da terceira amostra, devido a problemas na coleta a campo.

No período chuvoso, na *estação 1*, as concentrações de OD estiveram abaixo do limite de detecção devido à mínima concentração do mesmo. Os dados da *estação 2* mostraram a saturação média de 12,9%, sendo possível detectar apenas os valores das segunda e terceira amostras (Tabela 3) (Figura 15).

TABELA 3: VALORES MÉDIOS DO PERCENTUAL DE SATURAÇÃO DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO NO INVERNO E VERÃO.

	Estação 1	Estação 2	Estação 3	Estação 4	Estação 5
Inverno (seco)	25,44	28,88	55,27	86,28	91,28
Verão (chuvoso)	-	12,91	126,1	71,21	62,48

FONTE: o autor (2008)

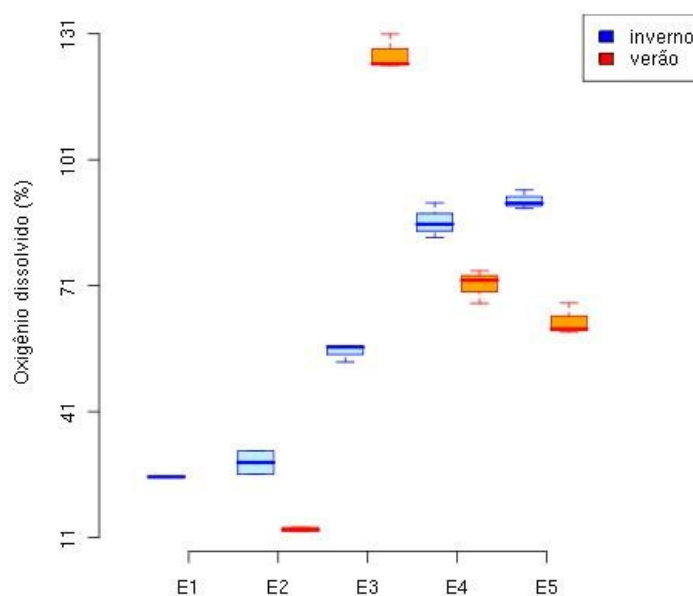


FIGURA 15 – PERCENTUAL DE SATURAÇÃO DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO NOS PERÍODOS SECO (AZUL) E CHUVOSO (VERMELHO).

No presente trabalho os dados obtidos nas *estações 1 e 2*, mostraram baixos valores de saturação de oxigênio, que podem provavelmente está relacionados ao processo da respiração dos microrganismos que promovem a decomposição da alta taxa de matéria orgânica de origem antrópica existente no aterro e nas lagoas de tratamento.

Como o efluente (chorume) foi tratado, esperava-se nessa terceira lagoa de tratamento (polimento) uma taxa maior de oxigênio dissolvido e de sua saturação. No entanto, na mesma pôde-se observar grande quantidade de *Daphnia sp.*, e a presença de frango d'água. As plantas no entorno e na lagoa apresentaram-se bem crescidas na época da segunda coleta.

Conforme dados da *estação 3*, lagoa ao lado da lagoa de polimento, no inverno o percentual de saturação encontrado foi de 55,3% e no verão foi de 126,1% (Tabela 3) (Figura 15). No período seco a água estava fluindo desta lagoa para a lagoa interligada à mesma, também próxima ao aterro sanitário, e não para o Rio Pery.

A alta taxa de saturação na estação chuvosa está provavelmente relacionada à intensa luz solar e à própria quantidade de chuvas (212 mm nos cinco dias anteriores à coleta), que aumenta o nível e fluxo de água entre esta lagoa e à lagoa interligada à mesma (também bem próxima ao aterro sanitário) (Figura 15) (Apêndices 1 e 2).

De acordo com os dados obtidos na *estação 4*, terceira lagoa, no período seco o percentual médio de saturação foi 86,3%, e no período chuvoso foi 71,2%.

No verão a água apresentou uma coloração escura nesta lagoa, que pode ter como causa a maior quantidade material orgânico carregado para a mesma.

No que se refere à última lagoa, *estação 5*, os dados mostraram um percentual médio de saturação no inverno de 91,3%, e no verão de 62,5%.

No presente trabalho os dados mostraram na entrada da lagoa de polimento (*estação 2*) valor de OD de 2,36 mg.L⁻¹ no inverno; na saída (*estação 1*) foram verificados 2,59 mg.L⁻¹ no inverno, e 1 mg.L⁻¹ no verão. Valores semelhantes foram vistos nos dados das análises realizadas por pesquisadores da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC) (maio/2007), cujos teores de oxigênio foram 1,02 mg.L⁻¹ na entrada da lagoa anaeróbia e 2,86 mg.L⁻¹ na

saída da lagoa de polimento (Quadro 2). Porém, os mesmos não calcularam a saturação de oxigênio.

Esta saturação é calculada correlacionando-se os dados de salinidade, temperatura e oxigênio dissolvido através da *International Oceanography Tables* (UNESCO, 1973).

Em estudo já citado no Aterro Sanitário de Guaratuba (PR), Preussler (2008), obteve dados mostrando teores bastante baixos de oxigênio dissolvido. Na estação de coleta que recebeu efluente tratado, no período seco, foi verificado $1,74 \text{ mg.L}^{-1}$. Já nos pontos pós-tratamento nesse período os teores foram $0,42 \text{ mg.L}^{-1}$, $0,85 \text{ mg.L}^{-1}$ e $1,67 \text{ mg.L}^{-1}$ (Quadro 2). Essa autora, no entanto, também não trabalhou com o percentual de saturação de oxigênio.

	entrada lagoa Anaeróbia	entrada lagoa Facultativa	saída lagoa facultativa	entrada lagoa Polimento	saída lagoa polimento	ponto próximo Aterro
CIAS (maio/2007) PUC	1,02	1,77	1,66	-	2,86	-
CIAS (agosto/2007) CEM	-	-	-	2,36	2,59	4,76
CIAS (fevereiro/2008) CEM	-	-	-	-	1,02	9,68
Aterro Guaratuba (agosto/ 2007)	0,35	0,55	-	1,74	-	0,42
Aterro Guaratuba (fevereiro/2008)	0,39	0,40	-	0,29	-	0,43

QUADRO 2 – OXIGÊNIO DISSOLVIDO – SITUAÇÃO EM ATERROS
SANITÁRIOS DO LITORAL PARANÁ.
FONTE: o autor (2008); PREUSSLER (2008)

Os teores de oxigênio abordados na lagoa de polimento sugerem alta concentração de matéria orgânica. Segundo Cunha (2002), nos rios e lagoas a redução da concentração de oxigênio em um corpo d'água é causada, dentre outros motivos, pela poluição orgânica proveniente de efluentes domésticos e industriais, e de atividades agrícolas.

No presente estudo, na região do aterro sanitário, excetuando a *estação 3*, a saturação de oxigênio foi maior no período seco (inverno) (Figura 15) (Apêndices 1 e 2). Fiorini et al. (2003) realizaram trabalho em cavas ativada e abandonada – como as do presente trabalho - no Vale do Paraíba do Sul e notaram menores concentrações de oxigênio dissolvido no período seco, com menor temperatura da água. Na cava desativada e abandonada foi observada estratificação bastante acentuada durante todo o período, diferente da cava ativada devido o processo de extração de areia.

Os dados das lagoas no entorno do aterro apresentaram teores de oxigênio dissolvido entre 4,4 e 9,6 mg.L⁻¹ (Apêndices 1 e 2). Duccini et al. (2006), no ano de 2006, em lagoas de cava, encontraram valores acima de 5 mg.L⁻¹ em fevereiro e maio, acima de 6 mg.L⁻¹ em março e abaixo de 4 mg.L⁻¹ em abril. Esses autores disseram que a variação do teor deste parâmetro esteve associada ao aumento da concentração da matéria orgânica e movimentação da água, além de receber influência do nível da água do Rio Paraíba do Sul.

Já Vieira (2004) encontrou valores de OD entre 0,5 mg.L⁻¹ e 2,2 mg.L⁻¹ no período seco em cava de areia já citada, no Vale do Paraíba do Sul. Entre setembro e novembro, período chuvoso na região, o autor citado encontrou valores próximos a 1 mg.L⁻¹ e a 8 mg.L⁻¹.

5.1.1.4 Demanda bioquímica de oxigênio

Nas *estações 1 e 2* (lagoa de polimento) não foi possível obter dados de demanda bioquímica de oxigênio devido à alta quantidade de matéria orgânica nos períodos seco e chuvoso, e à não realização de ensaios de DBO₅ com diluição da amostra no laboratório utilizado (Tabela 4) (Figura 16).

Na *estação 3*, lagoa ao lado do aterro, os dados mostraram que as taxas médias desse parâmetro foram 6,34 mg.L⁻¹ no inverno e 3,42 mg.L⁻¹ no verão.

Conforme os dados obtidos na *estação 4*, quarta lagoa, os valores médios foram 10,36 mg.L⁻¹ no inverno, e 1,22 mg.L⁻¹ no verão.

Na última lagoa, *estação 5*, de acordo com os dados obtidos, as taxas médias verificadas foram $11,17 \text{ mg.L}^{-1}$ no período seco e $2,34 \text{ mg.L}^{-1}$ no período chuvoso (Tabela 4) (Figura 16).

TABELA 4: VALORES MÉDIOS DA DEMANDA BIOQUÍMICA OXIGÊNIO NOS PERÍODOS SECO E CHUVOSO.

	Estação 1	Estação 2	Estação 3	Estação 4	Estação 5
Inverno (seco)	-	-	6,34	10,35	11,17
Verão (chuvoso)	-	-	3,42	1,22	2,34

FONTE: o autor (2008).

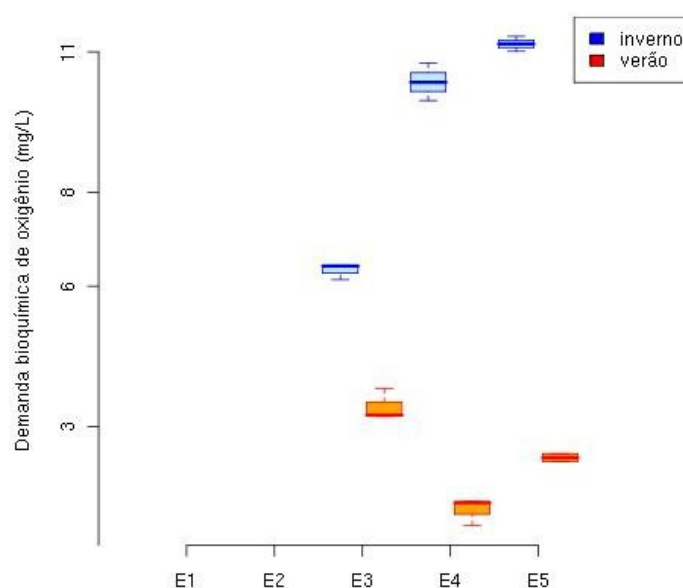


FIGURA 16 – DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO NOS PERÍODOS SECO (AZUL) E CHUVOSO (VERMELHO).

Os dados mostraram valores médios de $6,34 \text{ mg.L}^{-1}$ e $3,42 \text{ mg.L}^{-1}$, nos períodos seco e chuvoso na lagoa mais próxima ao aterro, em geral tiveram pouca semelhança com os de Preussler (2008), no Aterro Sanitário de Guaratuba (PR). Essa autora verificou em geral concentrações altas de DBO.

No mês de agosto (período seco) para o ponto de pós-tratamento de chorume foi encontrado o valor de $93,60 \text{ mg.L}^{-1}$. Para os pontos da área alagável, após as macrófitas, os valores foram $2,17 \text{ mg.L}^{-1}$, $4,42 \text{ mg.L}^{-1}$ e $8,59 \text{ mg.L}^{-1}$ (Quadro 3). No mês de fevereiro (período chuvoso e de alta temporada), no entanto, os valores chegaram a $326,0 \text{ mg.L}^{-1}$, $70,5 \text{ mg.L}^{-1}$, $68,35 \text{ mg.L}^{-1}$ e $29,68 \text{ mg.L}^{-1}$, respectivamente.

No presente trabalho os valores de DBO verificados no inverno foram superiores aos do verão nas lagoas de entorno, talvez por conta da degradação da matéria orgânica autóctone, como sugere Preussler (2008). A *estação 3*, por sua vez, apresentou valores esperados, inversos aos de oxigênio dissolvido.

Além disso, Preussler (2008) sugeriu que o aumento de DBO e também de DQO no aterro de Guaratuba, a partir de dezembro de 2007 a março de 2008, ocorreu por conta do volume de resíduos da alta temporada e da precipitação, que contribuíram para o aumento da vazão de chorume, carregaram poluentes do entorno para o sistema, e diminuíram o processo de tratamento das lagoas.

Já França (2007) em trabalho no Aterro de Morretes (PR) verificou DBO de 300 mg.L^{-1} , em fevereiro de 2007, para o percolado. Os corpos d'água adjacentes apresentaram valores de 5 mg.L^{-1} (próximo ao percolado), 10 mg.L^{-1} (em córrego a jusante) e 30 mg.L^{-1} (em área de banhado).

Em abril de 2007 esse autor encontrou valor de 585 mg.L^{-1} para o chorume. Para os corpos d'água os valores foram entre 10 mg.L^{-1} (próximo ao percolado e a jusante) e 45 mg.L^{-1} (área de banhado, com alta concentração de matéria orgânica).

	entrada lagoa anaeróbia ou saída direta do aterro	meio lagoa Anaeróbia	saída lagoa anaeróbia	entrada lagoa facultativa	meio lagoa facultativa	saída lagoa facultativa	entrada lagoa Polimento	saída lagoa polimento	ponto jusante
CIAS (maio/2007) PUC	755,55	-	-	311,01	-	377,78	-	188,89	-
CIAS (agosto/2007) CEM	-	-	-	-	-	-	-	-	6,34
CIAS (fevereiro/2008) CEM	-	-	-	-	-	-	-	-	3,43
CIAS (fevereiro/2008) TECLAB	134,6	152,8	177,2	140,9	168,7	103,6	112,5	240,4	-
Aterro Guaratuba (agosto/ 2007)	294,00	-	-	-	-	72,00	93,6	-	2,17
Aterro Guaratuba (fevereiro/2008)	696,96	-	-	-	-	313,63	348,48	-	226,51
Aterro controlado Morretes (fevereiro /2007)	300,00	-	-	-	-	-	-	-	10,00
Aterro controlado Morretes (abril /2007)	585,00	-	-	-	-	-	-	-	10,00

QUADRO 3 – DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO (DBO) (mg.L^{-1}) – SITUAÇÃO EM OUTROS ATERROS DO LITORAL DO PARANÁ.

FONTE: o autor (2008); FRANÇA (2007); PREUSSLER (2008); PUC (2008) e TECLAB (2008)

A DBO_5 é a quantidade de oxigênio dissolvido, consumida por microrganismos, quando estes destroem a matéria orgânica, a 20°C , em um período de cinco dias. As águas limpas têm DBO_5 inferiores a 1 mg.L^{-1} e um curso d'água passa a ser considerado como poluído quando ele apresenta DBO_5 superior a 5 mg.L^{-1} (CUNHA, 2002).

Os baixos valores de DBO encontrados neste trabalho (Figura 17) (Apêndices 1 e 2) no verão foram em parte observados na cava da mina de Águas Claras por von Sperling et al. (2004). A DBO muito baixa encontrada por esses autores, foi coerente com a boa oxigenação das águas, com concentrações variando de $< 0,1 \text{ mg.L}^{-1}$ (diversas coletas) a $4,3 \text{ mg.L}^{-1}$ (dezembro de 2002, superfície), com cerca de 80 % deles iguais ou menores que 1 mg.L^{-1} .

Segundo esses autores, reduzidos valores de DBO são sempre excelentes indicadores de qualidade. Os teores encontrados apontam demanda apenas para a decomposição da matéria orgânica *autóctone*, como no caso típico das algas. Von Sperling et al. (2004) destacou que o enchimento da cava estava sendo feito em região desprovida de vegetação, não havendo demanda de oxigênio para estabilização de matéria orgânica vegetal, diferente do presente trabalho, com matas no entorno.

O ensaio de demanda química de oxigênio não foi realizado no presente trabalho e sim por empresa contratada pelo CIAS, e também pela PUC-PR. Como determina a quantidade de oxigênio necessária para oxidar quimicamente o conteúdo orgânico das águas, a DQO pode ser citada pela sua importância.

Os dados de maio de 2007 (PUC-PR) mostraram que as maiores concentrações de DQO foram 1.100 e 700 mg.L⁻¹ na entrada da lagoa anaeróbia e na saída da lagoa facultativa, respectivamente. Em fevereiro de 2008 (TECLAB) os valores foram altos, chegando, de forma não coerente a 1.900 mg.L⁻¹ na saída da lagoa de polimento, provavelmente por conta da época de alta temporada (Quadro 4).

Os dados mostraram para o Aterro de Guaratuba (PR) valores altíssimos tanto em agosto de 2007 quanto em fevereiro de 2008 em todas as lagoas, como já comentado anteriormente.

Já para o chorume do Aterro de Morretes (PR), conforme os dados, as concentrações foram altas, porém bem menos acentuadas no corpo d'água adjacente (Quadro 4).

	entrada lagoa anaeróbia ou saída direta de aterro	meio lagoa Anaeróbia	saída lagoa Anaeróbia	entrada lagoa Facultativa	meio lagoa Facultativa	saída lagoa facultativa	entrada lagoa Polimento	saída lagoa polimento	ponto bem próximo
CIAS (maio/2007) PUC	1.100,0	-	-	660,0	-	700,0	-	285,0	-
CIAS (fevereiro/2008) TECLAB	770,0	925,0	785,0	885,0	1.220,0	705,0	820,0	1.900,0	-
Aterro Guaratuba (agosto/ 2007)	1.900,8	-	-	-	-	1.108,8	950,4	-	277,2
Aterro Guaratuba (fevereiro/2008)	3.168,0	-	-	-	-	1.425,0	1.584,0	-	1.029,6
Aterro controlado Morretes (fevereiro /2007)	1.950,0	-	-	-	-	-	-	-	20,0
Aterro controlado Morretes (abril /2007)	1.892,0	-	-	-	-	-	-	-	51,0

QUADRO 4 – DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO (mg.L^{-1}) – SITUAÇÃO EM OUTROS ATERROS SANITÁRIOS DO LITORAL DO PARANÁ.

FONTE: o autor (2008); FRANÇA (2007); PREUSSLER (2008); PUC (2008) e TECLAB (2008)

A substância geralmente mais oxidada pelo oxigênio dissolvido em água é a matéria orgânica de origem biológica, que pode proceder de vegetais e animais mortos.

Sissino et al. (1996) encontraram altos valores de DBO_5 e DQO em amostras no aterro controlado do Alto do Céu e afirmaram que tais valores indicaram alta carga de compostos orgânicos transportada, enquanto a presença de coliformes (totais e fecais) conferiu um potencial de contaminação microbiológica. Além disso, afirmaram que a base inferior desse aterro controlado não foi impermeabilizada com geomembrana, mas simplesmente foi colocada uma manta asfáltica.

5.1.1.5 Nitrito (NO_2^-)

Conforme os dados obtidos, na lagoa de polimento as concentrações deste parâmetro apresentaram-se mais elevadas no inverno. Na *estação 1*, o

nitrito apresentou concentração média $0,955 \text{ mg.L}^{-1}$ no período seco, e $0,268 \text{ mg.L}^{-1}$ no período chuvoso (Tabela 5) (Figura 17).

Para a *estação 2* no período seco a média encontrada foi $0,719 \text{ mg.L}^{-1}$, e no período chuvoso a mesma foi $0,232 \text{ mg.L}^{-1}$. Tais valores na lagoa de polimento apresentaram alguma semelhança aos encontrados por Pelegrini et al. (2007) em lagoa de captação, que tiveram máxima de $0,8 \text{ mg.L}^{-1}$ no ponto de entrada e pouco acima de $0,5 \text{ mg.L}^{-1}$ na saída em lagoa de captação.

No que se refere à segunda lagoa, *estação 3*, os dados mostraram uma média de $0,044 \text{ mg.L}^{-1}$ no inverno e $0,025 \text{ mg.L}^{-1}$ no verão.

Para a quarta lagoa, *estação 4*, a média observada no inverno foi de $0,019 \text{ mg.L}^{-1}$, enquanto que no verão foi de $0,025 \text{ mg.L}^{-1}$.

Já na *estação 5*, quinta lagoa, nos períodos seco e chuvoso, os dados obtidos mostraram médias semelhantes, de $0,03 \text{ mg.L}^{-1}$, e $0,037 \text{ mg.L}^{-1}$, respectivamente.

TABELA 5: VALORES MÉDIOS DO NITRITO (NO_2^-)(mg/L) NOS PERÍODOS SECO E CHUVOSO.

	Estação 1	Estação 2	Estação 3	Estação 4	Estação 5
Inverno (seco)	0.955	0.719	0.044	0.019	0.03
Verão (chuvoso)	0.268	0.232	0.025	0.025	0.037

FONTE: o autor (2008)

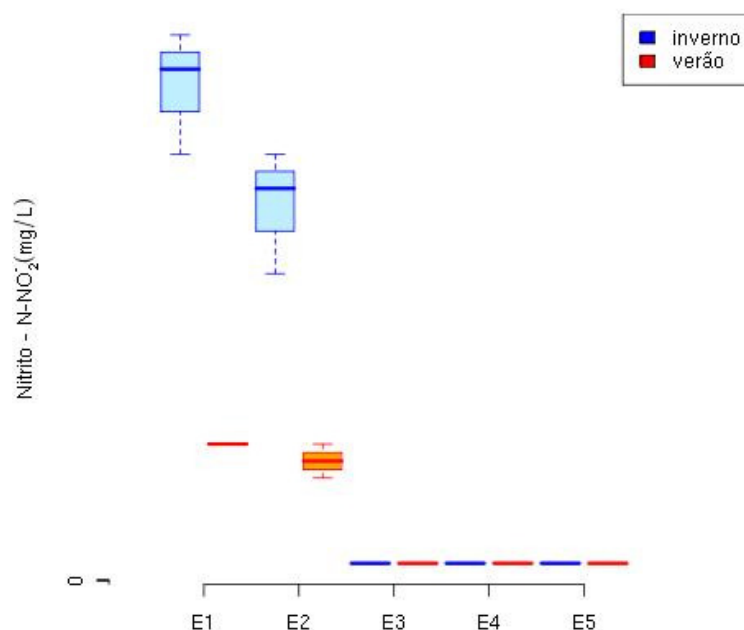


FIGURA 17 - COMPARAÇÃO ENTRE AS CONCENTRAÇÕES DO NITRITO NOS PERÍODOS SECO (AZUL) E CHUVOSO (VERMELHO).

Os valores do nitrito observados nas lagoas de cava no entorno do aterro em Pontal do Paraná, entre 0,019 e 0,04 mg.L⁻¹, apresentou uma amplitude menor que os observados por von Sperling et al. (2004), os quais encontraram no lago de Águas Claras concentrações na faixa de < 0,01 mg.L⁻¹ a 1,3 mg.L⁻¹ (maio/2001).

De modo diferente ao presente trabalho esses autores verificaram que os menores teores de nitrito coincidiram com valores mais elevados de DBO (Apêndices 1 e 2).

As concentrações verificadas nas lagoas no entorno do aterro sanitário, no presente trabalho, foram inferiores às encontradas por Rocha; Horbe (2004) no aquífero Alter do Chão próximo à área do lixão na cidade de Manaus, que verificaram teores menores que 0,085 mg.L⁻¹ em vários pontos analisados, não oferecendo risco a saúde.

5.1.1.6 Nitrato (NO_3^-)

De acordo com os dados obtidos, este parâmetro apresentou um gradiente decrescente a partir da lagoa de polimento até a lagoa mais distante, indicando que provavelmente a segunda lagoa sofre influência da última lagoa de tratamento do aterro sanitário ou do Rio Pery. As concentrações foram levemente maiores no inverno que no verão em relação às primeiras lagoas (Tabela 6) (Figura 18), o que não foi necessariamente significativo.

TABELA 6: VALORES MÉDIOS DE NITRATO (NO_3^-) (mg.L^{-1}) NOS PERÍODOS DE INVERNO E VERÃO.

	Estação 1	Estação 2	Estação 3	Estação 4	Estação 5
Inverno (seco)	3,245	2,647	1,025	0,469	0,116
Verão (chuvoso)	3,019	2,448	0,962	0,505	0,134

FONTE: o autor (2008)

Para a *estação 1*, os dados mostraram uma média das concentrações de nitrato (NO_3^-) de $3,245 \text{ mg.L}^{-1}$ no inverno e $3,019 \text{ mg.L}^{-1}$ no verão. Para a *estação 2*, $2,647 \text{ mg.L}^{-1}$ no inverno e $2,448 \text{ mg.L}^{-1}$ no verão.

Na segunda lagoa, *estação 3*, conforme os dados obtidos, os valores médios observados foram de $1,025 \text{ mg.L}^{-1}$ no inverno e $0,962 \text{ mg.L}^{-1}$ no verão.

Para a *estação 4*, terceira lagoa, foi encontrada uma média de $0,469 \text{ mg.L}^{-1}$ para o período seco e $0,505 \text{ mg.L}^{-1}$ para o chuvoso.

No que se refere à lagoa mais distante, *estação 5*, no inverno a média das concentrações encontradas foi $0,116 \text{ mg.L}^{-1}$, e no verão foi de $0,134 \text{ mg.L}^{-1}$.

Foi verificado também que as concentrações de nitrato no presente trabalho foram em geral superiores às de nitrito e inferiores às de nitrogênio amoniacal e apresentaram correlação positiva com a densidade de bactérias heterotróficas.

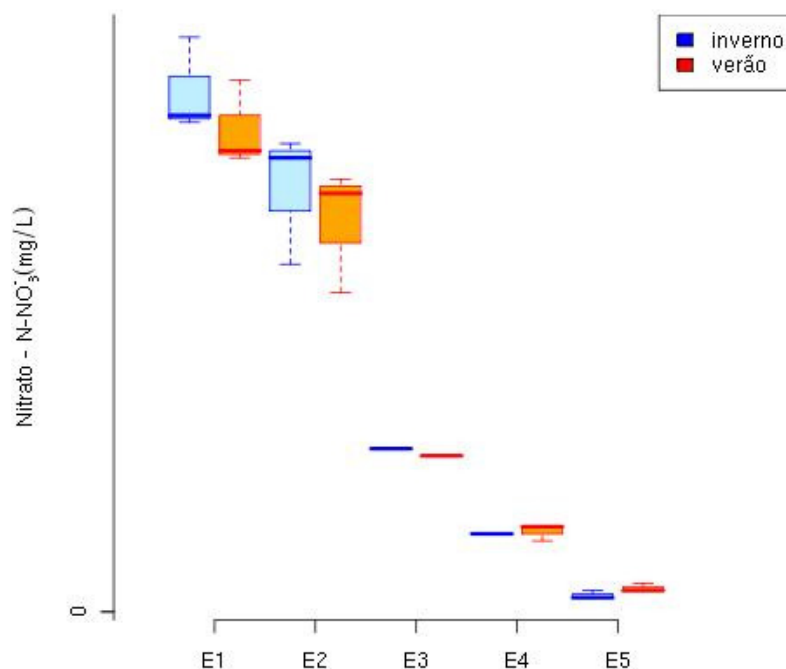


FIGURA 18 - COMPARAÇÃO ENTRE AS CONCENTRAÇÕES DO NITRATO NOS PERÍODOS SECO (AZUL) E CHUVOSO (VERMELHO).

Os valores de nitrato na lagoa de polimento observados no presente trabalho, entre 2,448 e 3,245 mg.L^{-1} foram superiores aos encontrados por Pelegrini et al. (2007), em torno de 1 mg.L^{-1} , para os pontos de entrada do percolado in natura e saída da lagoa de captação no aterro de Limeira de maio a junho. Em ambos os trabalhos as concentrações de nitrato das amostras da saída foram ligeiramente mais altas.

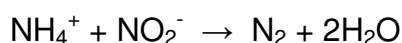
Jones et al. (2005) comentaram que a amônia contida no chorume em condições aeróbias pode ser rapidamente convertida pela nitrificação para nitrato, o qual é menos tóxico e mais biodisponível para as plantas. Porém, quando ocorre combinação com o fósforo pode levar à eutrofização dos cursos d'água. Geralmente a concentração do fósforo é baixa em relação ao nitrogênio.

5.1.1.7 Nitrogênio amoniacal (NH_4^+)

Conforme os dados coletados, no período seco o nitrogênio amoniacal (NH_4^+) apresentou, na *estação 1*, uma concentração média de $2,675 \text{ mg.L}^{-1}$, e na *estação 2* de $1,980 \text{ mg.L}^{-1}$. No período chuvoso a concentração média foi de $1,570 \text{ mg.L}^{-1}$ na *estação 1*, e $1,591 \text{ mg.L}^{-1}$ na *estação 2* (Tabela 7) (Figura 19).

Na *estação 3*, segunda lagoa verificou-se uma concentração média de $0,744 \text{ mg.L}^{-1}$ no inverno e de $0,035 \text{ mg.L}^{-1}$ no verão. Tal valor no verão, nesta estação, apresentou-se bastante baixo, inferior aos de nitrato, sugerindo ocorrência do processo de nitrificação ou mesmo, em condições de baixos teores de oxigênio dissolvido durante o período noturno, uma perda por oxidação anaeróbica de NH_4^+ (Quadro 7).

A oxidação anaeróbica de amônia foi objeto de estudo de Kuypers et al. (2003), porém no meio marinho (Mar Morto) e não em ambiente fluvial. Estes autores comentaram que recentemente foram descobertas, em sistemas de tratamento de esgoto e em biorreatores de laboratório, bactérias capazes de oxidar a amônia anaerobicamente. Estas bactérias, denominadas *anammox*, oxidam a amônia a N_2 com nitrito como um aceptor de elétron, como mostrado a seguir:



A baixa concentração de nitrogênio amoniacal, concomitante com baixos teores de fosfato (Quadro 7) poderia ainda ser decorrente da incorporação pelo fitoplâncton. Entretanto, o estudo não contemplou análises de clorofila-*a* e, portanto, não podemos verificar se esta hipótese é verdadeira.

TABELA 7: VALORES MÉDIOS DE NITROGÊNIO AMONIAAL (NH_4^+)(mg/L) NOS PERÍODOS SECO E CHUVOSO.

	Estação 1	Estação 2	Estação 3	Estação 4	Estação 5
Inverno (seco)	2,675	1,980	0,744	0,192	0,029
Verão (chuvoso)	1,570	1,591	0,035	0,077	0,037

FONTE: o autor (2008)

Na quarta lagoa, *estação 4*, no período seco o valor médio encontrado foi $0,192 \text{ mg.L}^{-1}$ e no período chuvoso $0,077 \text{ mg.L}^{-1}$.

No que se refere à quinta lagoa, *estação 5*, no inverno o valor médio foi de $0,029 \text{ mg.L}^{-1}$ e no verão de $0,037 \text{ mg.L}^{-1}$.

Os valores das *estações 4 e 5* em geral foram mais elevados ou semelhantes aos de nitrato, sugerindo o processo de amonização (Tabela 7) (Figura 19).

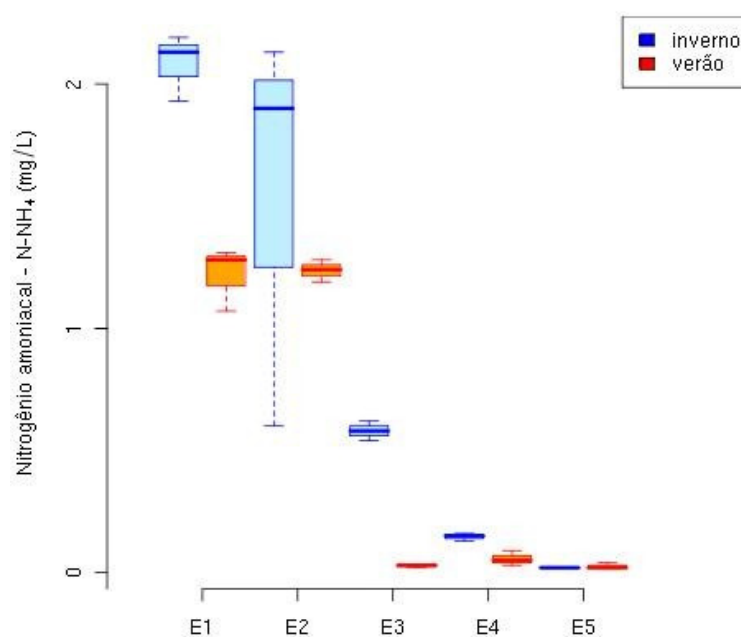


FIGURA 19 - COMPARAÇÃO ENTRE AS CONCENTRAÇÕES DO NITROGÊNIO AMONICAL NOS PERÍODOS SECO (AZUL) E CHUVOSO (VERMELHO).

Pode-se verificar, também, que as maiores concentrações deste parâmetro estão associadas aos maiores valores de pH. Tal fato foi de certo modo comentado por Rand; Petrocelli, 1985; Binkley et al. (1999)²¹ apud Spengler et al. (2007), que afirmaram que um aumento de uma unidade de pH causa um aumento de grande magnitude na concentração de amônia.

Os autores citados também mencionaram que a relatividade nas concentrações de amônia (NH_3 , forma não ionizada) e amônio (NH_4^+ , forma

²¹

BINKLEY, D., BURNHAM, H. & ALLEN, H.L. Water quality impacts of forest fertilization with nitrogen and phosphorus. For. Ecol. Manage., 121:191-213. 1999.

ionizada) pode variar também com a temperatura e forças iônicas do ambiente aquático. O tanto que o pH aumenta, o balanço tende à forma de amônia não ionizada, aumentando as concentrações de amônia e reduzindo as concentrações de amônio.

Em relação à toxicidade, a forma não ionizada (amônia) é a fração do nitrogênio amoniacal que possui efeitos tóxicos, enquanto que o amônio não é considerado tóxico ou é significativamente menos tóxico. No entanto, a toxicidade da amônia diminui com o aumento do pH (EMERSON et al., 1975; BINKLEY et al., 1999²² apud SPENGLER et al. 2007).

Brito-Pelegrini et al. (2007), além de enfatizar a qualidade da água, também comentaram que percolados de aterros sanitários, mesmo após tratamento biológico, têm sido suspeitos de interferirem no ciclo reprodutivo de peixes em lagos devido ao aumento das concentrações de amônia. Como a lagoa de polimento do aterro sanitário em estudo encontra-se nas proximidades do Rio Pery, sugere-se que seja feito o monitoramento deste parâmetro.

Assim como o comportamento do nitrito, houve uma tendência, com exceção da última lagoa, das concentrações deste parâmetro serem maiores no período seco do que no chuvoso (Tabela 7) (Figura 19). Isto provavelmente se deve ao fato de que a carga orgânica do chorume na seca é maior que no período chuvoso, pois a precipitação exerce uma forte influência sobre o volume de chorume produzido e conseqüentemente a sua diluição.

As concentrações desse parâmetro, entre 0,029 e 2,675 mg.L⁻¹, verificadas no presente trabalho foram bastante inferiores às encontradas por Preussler (2008). No mês de agosto (período seco) no Aterro de Guaratuba, esta autora também verificou os maiores teores de nitrogênio amoniacal (bastante elevados), sendo 1.082 mg.L⁻¹ no ponto do efluente tratado, e 506,80 mg.L⁻¹, 31,36 mg.L⁻¹ e 13,25 mg.L⁻¹ em pontos de área alagada após macrófitas. No mês de fevereiro foram encontradas concentrações de 350 mg.L⁻¹, 298,67 mg.L⁻¹, 32,67 mg.L⁻¹ e 95,33 mg.L⁻¹, respectivamente (Quadro 5).

²²

RAND, G.M. & PETROCELLI, S.R. Fundamentals of aquatic toxicology: methods and application. Hemisphere Publishing Corporation, New York, 1985. 666p.

	entrada lagoa anaeróbia ou saída direta do aterro	saída lagoa Facultativa	entrada lagoa Polimento	saída lagoa Polimento	ponto bem Próximo
CIAS (agosto/2007) CEM	-	-	2,675	1,980	0,744
CIAS (fevereiro/2008) CEM	-	-	1,570	1,591	0,035
Aterro Guaratuba (agosto/ 2007)	896	336	1.082	-	506,8
Aterro Guaratuba (fevereiro/2008)	723,33	490	350	-	298,67

QUADRO 5 - NITROGÊNIO AMONICAL (NH_4^+) (mg.L^{-1}) – SITUAÇÃO EM OUTROS
ATERROS SANITÁRIOS DO LITORAL DO PARANÁ.

FONTE: o autor (2008); PREUSSLER (2008)

As baixas concentrações de nitrogênio amoniacal na lagoa de polimento do aterro em estudo devem estar associadas a pouca idade do aterro, já que Carley; Mavinic (1991) afirmaram que o chorume de aterro antigo é rico em nitrogênio amoniacal devido à hidrólise e fermentação de frações nitrogenadas de substratos biodegradáveis. Porém, segundo estes autores, a absorção do mesmo pelas plantas aquáticas pode ocorrer durante a fase de crescimento delas, incorporando biomassa, e pela atuação de bactérias nitrificantes.

No presente estudo foi verificado o predomínio da fração reduzida (N-amoniacal) sobre a fração oxidada (N-nítrico) na lagoa de polimento, o que geralmente acontece quando a poluição é recente (Tabela 7) (Quadro 5).

Segundo von Sperling (2005) o nitrogênio nos processos de conversão da amônia a nitrito e desse a nitrato, implica no consumo de oxigênio dissolvido no corpo d'água receptor. Em um curso d'água, a determinação da forma predominante do nitrogênio pode indicar o estágio da poluição eventualmente ocasionada por algum lançamento de esgotos a montante. Se esta poluição é recente, o nitrogênio estará basicamente na forma de amônia e, se antiga, basicamente na de nitrato, sendo as concentrações de nitrito normalmente mais reduzidas.

Os teores em geral baixos do presente trabalho estão dentro dos padrões da Resolução CONAMA 357/05 para rios *Classe II*, assim como dentro do padrão para lançamento de efluentes, presente no Capítulo IV da referida resolução, que estabelece valor máximo permitido para o nitrogênio amoniacal total de 20,0 mg/L N (Tabela 7) (Quadro 5).

Valores de nitrogênio amoniacal altos foram encontrados por Pelegrini et al; (2007) na entrada e na saída da lagoa de captação do aterro sanitário de Limeira, entre 400 mg.L⁻¹ e pouco acima de 450 mg.L⁻¹, sendo as concentrações da entrada sempre um pouco maiores que as da saída, ao contrário do que ocorreu com o nitrato.

North et al. (2004), ao invés de investigarem a influência de aterro sanitário em rios ou lagos, coletaram amostras a montante e a jusante do aterro de Green Island, no estuário Kairokai, em Dunedin (Nova Zelândia). Esses autores verificaram através de análises de nitrogênio amoniacal, dentre outros, que o chorume do aterro era uma fonte evidente de contaminação no estuário estudado.

No que se refere às lagoas de cava, de forma semelhante a este trabalho, Rocha; Horbe (2004) concluíram que NO₃⁻ e NH₄⁺ estavam sendo retardados no sentido do lixão aos corpos d'água ao redor, pois os teores mais altos geralmente estavam mais próximos do próprio lixão.

Os valores médios de nitrogênio amoniacal, no período seco, entre 0,029 e 0,744 mg.L⁻¹ vistos nos dados deste trabalho para as lagoas de cava no entorno do aterro sanitário, foram em parte verificados por von Sperling (2004) no lago de cava de Águas Claras, que apresentou variação de < 0,05 mg.L⁻¹ a 0,4 mg.L⁻¹ em agosto de 2002 na superfície.

Já Passos et al. (2006), em cinco pontos no Riacho Carrapato, próximo ao lixão de Estância – SE, encontraram N-amoniacal entre 0,07 a 1,05 mg.L⁻¹. As concentrações foram nitidamente mais elevadas na amostra do ponto próximo ao lixão, sendo percebida alteração na qualidade da água, embora que pequena.

5.1.1.7.1 Produção de amônia não ionizada (NH₃)

Os maiores valores de amônia tóxica foram observados no inverno (estação seca). Os dados mostraram valores de 0,0772 mg.L⁻¹ e 0,0271 mg.L⁻¹ na *estação 1*, e valores de 0,0603 mg.L⁻¹ e 0,0261 mg.L⁻¹ para a *estação 2* nos períodos seco e chuvoso, respectivamente (Tabela 8) (Apêndices 1 e 2).

Nas demais estações os valores foram aproximadamente zero. Isto provavelmente está relacionado com os valores do pH, mais elevados na lagoa de polimento, e menores nas lagoas mais distantes.

Quanto ao limite máximo estipulado de NH₃ para a água doce, o mesmo é de 0,02 mg/L, a partir do qual a toxicidade é mais significativa (TRAIN, 1979²³ apud NIENCHESKI, 2007). Logo, os valores encontrados nas duas primeiras estações estão acima do desejável, se não for levado em conta uma possível depuração do Rio Pery.

TABELA 8: VALORES MÉDIOS DE AMÔNIA (NH₃) NOS PERÍODOS SECO E CHUVOSO.

	Estação 1	Estação 2	Estação 3	Estação 4	Estação 5
Inverno (seco)	0,0772	0,0603	0,0009	0,00007	0,00
Verão (chuvoso)	0,0271	0,0261	0,00003	0,000001	0,00

FONTE: o autor (2008)

5.1.1.8 Fosfato (PO₄³⁻)

O fosfato apresentou maiores concentrações nas *estações 1 e 2* (lagoa de polimento) em detrimento das demais estações (Tabela 9) (Figura 20). Isto se deve ao fato desta lagoa ainda conter altas taxas deste nutriente, sugerindo que o tratamento do efluente (chorume) ainda não está sendo suficiente

TABELA 9: VALORES MÉDIOS DE FOSFATO (P-PO₄³⁻) NOS PERÍODOS SECO E CHUVOSO.

	Estação 1	Estação 2	Estação 3	Estação 4	Estação 5
Inverno (seco)	3,341	2,8	0,07	0,020	0,019
Verão (chuvoso)	3,32	3,17	0,04	0,021	0,019

FONTE: o autor (2008)

De acordo com os dados obtidos, na *estação 1* (lagoa de polimento), no inverno, a concentração média de fosfato encontrada foi 3,341 mg.L⁻¹, e para a *estação 2* foi 2,8 mg.L⁻¹, semelhantes às do verão.

Os dados mostraram para a *estação 3* (segunda lagoa), o valor médio de 0,07 mg.L⁻¹ no inverno e de 0,04 mg.L⁻¹ no verão.

Para as *estações 4* os dados mostraram uma concentração média de 0,020 mg.L⁻¹ no inverno, e 0,021 mg.L⁻¹ no verão. Já para a *estação 5* o valor médio encontrado foi 0,019 para ambos os períodos seco e chuvoso.

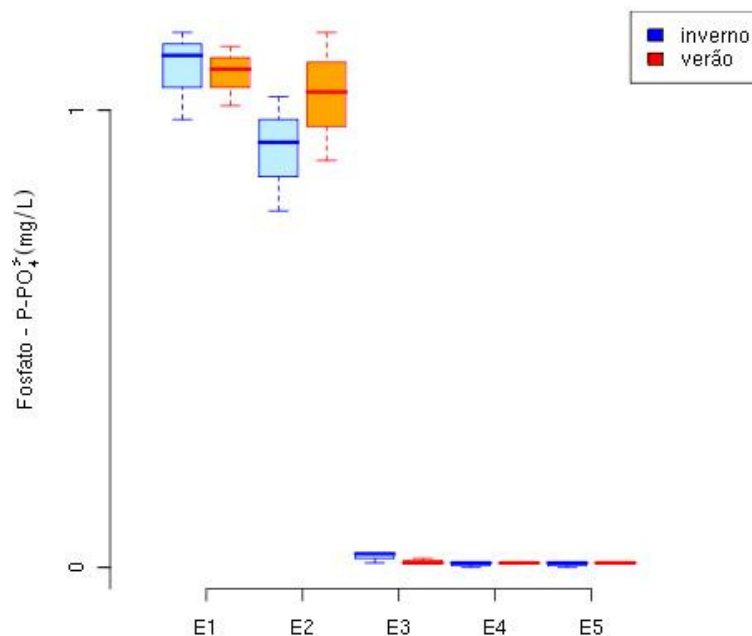


FIGURA 20 – COMPARAÇÃO ENTRE AS CONCENTRAÇÕES DE FOSFATO NOS PERÍODOS SECO (AZUL) E CHUVOSO (VERMELHO).

O fósforo é um importante nutriente utilizado por animais e plantas, tendo importante atuação nas trocas energéticas entre as células. Da mesma forma como o nitrogênio, o fósforo favorece a eutrofização. Tal nutriente é encontrado na composição de detergentes, fertilizantes, sabões, lubrificantes, catalisadores, suplementos de alimento animal, dentre outros. O fósforo alcança os cursos d'água através de efluentes domésticos e industriais, da lixiviação das rochas, erosão dos solos, escoamento de áreas agrícolas e precipitação atmosférica.

Os teores de fosfato de 3,341 mg.L⁻¹ (entrada da lagoa de polimento) e 0,07 mg.L⁻¹ (bem próximo ao aterro) e verificados no período seco, no presente estudo, foram superiores aos encontrados no aterro sanitário de Guaratuba por Preussler (2008), que registrou no mês de agosto teores de fosfato de 1,32 mg.L⁻¹ no ponto que recebe chorume tratado, e 0,00 (zero) nos três pontos de coleta após plantas aquáticas. No mês de fevereiro, os valores foram 1,90 mg.L⁻¹, 0,84 mg.L⁻¹ e 0,00 (zero) respectivamente (Quadro 6).

FOSFATO (PO_4^{3-}) (mg.L^{-1} P)	entrada lagoa anaeróbia ou saída direta do aterro	saída Lagoa Facultativa	entrada Lagoa Polimento	saída Lagoa Polimento	ponto bem Próximo
CIAS (agosto/2007) CEM	-	-	3,341	2,8	0,07
CIAS (fevereiro/2008) CEM	-	-	3,32	3,17	0,04
Aterro Guaratuba (agosto/ 2007)	16,09	5,43	4,07	-	0,00
Aterro Guaratuba (fevereiro/2008)	15,99	6,37	5,85	-	0,84

QUADRO 6 - FOSFATO (PO_4^{3-})(mg.L^{-1}) – SITUAÇÃO EM ATERROS SANITÁRIOS DO LITORAL DO PARANÁ.

FONTE: o autor (2008); PREUSSLER (2008)

Os valores encontrados na lagoa de polimento no presente trabalho (Quadro 6) estão acima dos estabelecidos para fósforo total na Resolução 357/05, que é de 0,1 mg/L (Quadro 8).

Já no lago de Águas Claras, von Sperling (2004) verificou que o fosfato total foi o único parâmetro que não estava em conformidade com a legislação, cuja presença nos solos da região é significativa - encontrado na faixa de < 0,01 mg.L^{-1} a 0,177 mg.L^{-1} (junho de 2001, superfície).

Este parâmetro, no presente estudo, teve em geral correlação positiva com o nitrogênio amoniacal e com o nitrato, assim como com os parâmetros microbiológicos e com o material particulado em suspensão (Quadro 9) (Apêndices 1 e 2).

Estações do ano	Inverno (seco)				Verão (chuvoso)			
Parâmetros Estações Coleta	N-NO_2^- mg.L ⁻¹	N-NO_3^- mg.L ⁻¹	N-NH_4^+ mg.L ⁻¹	PO_4^{3-} mg.L ⁻¹	N-NO_2^- mg.L ⁻¹	N-NO_3^- mg.L ⁻¹	N-NH_4^+ mg.L ⁻¹	PO_4^{3-} Mg.L ⁻¹
Estação 1	0.955	3,245	2,675	3,341	0.268	3,019	1,570	3,32
Estação 2	0.719	2,647	1,980	2,8	0.232	2,448	1,591	3,17
Estação 3	0.044	1,025	0,744	0,07	0.025	0,962	0,035	0,04
Estação 4	0.019	0,469	0,192	0,020	0.025	0,505	0,077	0,021
Estação 5	0.03	0,116	0,029	0,019	0.037	0,134	0,037	0,019

QUADRO 7: VALORES MÉDIOS DOS NUTRIENTES NO ATERRO SANITÁRIO DE PONTAL DO PARANÁ NOS PERÍODOS SECO E CHUVOSO.

FONTE: o autor (2008)

Tal fato não foi citado desse modo por Spengler et al. (2007), que realizaram coleta em 11 pontos nas margens da enseada do Saco do Martins (estuário da Lagoa dos Patos) e em córrego próximo, os quais recebem chorume de um lixão, no qual é depositado o lixo do município de Rio Grande (RS). Estes autores citaram Eyre (1994) e Li et al. (2006)²⁴, e sugeriram que a presença de fosfato nas águas estudadas podem ter sido favorecidas por baixas concentrações simultâneas de material em suspensão, uma vez que o fosfato pode ser facilmente adsorvido naquelas partículas, quando muito concentrado na água, e então não ser mais considerado como fosfato dissolvido.

No presente estudo, a correlação positiva entre fosfato e material particulado em suspensão contradiz o trabalho citado. Entretanto, estes dados devem ser vistos com cautela, pois o incremento da carga de material

24

EYRE, B. Nutrient biogeochemistry in the tropical Moresby River estuary system, North Queensland, Australia. *Estuarine Coastal Shelf Sci.*, 39:15-31. 1994.

particulado e fosfato pode ocorrer concomitantemente em decorrência de eventos chuvosos de maior intensidade.

5.1.1.9 Material particulado em suspensão (SESTON)

Os dados mostraram que o período chuvoso apresentou os maiores valores de seston, quando foi observada média de $428,40 \text{ mg.L}^{-1}$ na *estação 1*. A *estação 2* foi uma exceção, e teve média superior no inverno, $298,70 \text{ mg.L}^{-1}$, semelhante ao verão, $232,03 \text{ mg.L}^{-1}$. Esse fato é devido provavelmente à recepção do efluente (alto teor de matéria orgânica) que vem da lagoa facultativa (Tabela 10; Figura 21).

Tais valores mais elevados no verão devem-se provavelmente ao fato da maior precipitação carrear bastante material alóctone no entorno das lagoas.

TABELA 10: VALORES MÉDIOS DE MATERIAL PARTICULADO EM SUSPENSÃO NOS PERÍODOS SECO E CHUVOSO.

	Estação 1	Estação 2	Estação 3	Estação 4	Estação 5
Inverno (seco)	221,78	298,69	0,041	0,051	0,123
Verão (chuvoso)	428,4	232,03	257,45	35,8	69,31

FONTE: o autor (2008)

No período seco verificou-se maior variação entre as amostras de cada estação, que pode ter sido causada pelo fato de cada amostragem ser realizada para todos os parâmetros e haver, então, provável agitação da água e ressuspensão de partículas a cada coleta. No caso da amostragem da *estação 3*, pode ter havido um outro fator que influenciou essa variação, o qual foi o ponto possível de coleta, um local com certa reentrância e menor circulação de água, ao alcance do coletor utilizado nesse trabalho (Tabela 10) (Figura 21).

Os valores máximo e mínimo encontrados na *estação 3* foram de $257,45 \text{ mg.L}^{-1}$ no verão, e $0,041 \text{ mg.L}^{-1}$ no inverno.

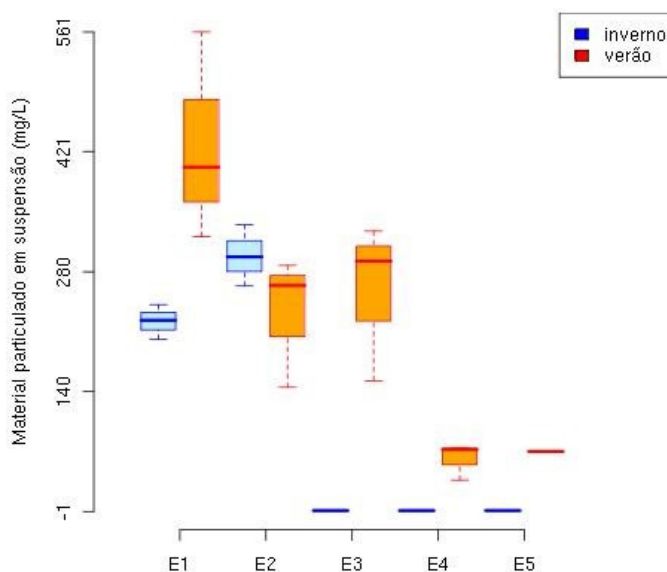


FIGURA 21: VARIAÇÃO DO MATERIAL PARTICULADO EM SUSPENSÃO PERÍODOS SECO (AZUL) E CHUVOSO (VERMELHO).

O SESTON ou material particulado em suspensão consiste nas pequenas partículas que se encontram na água. A distinção entre o material em suspensão e o material dissolvido é arbitrária: partículas com diâmetro maior que $0,45 \mu\text{m}$ são consideradas, quimicamente, em suspensão e menores estão dissolvidas. O material em suspensão total pode ser constituído de uma fração mineral ou inorgânica (material mineral ou resíduo fixo em suspensão) e outra orgânica (material orgânico ou volátil em suspensão) (NIENCHESKI et al., 2007).

Neste trabalho os valores de seston nas lagoas no entorno do aterro, no período seco, foram um pouco acima de zero, e no período chuvoso as médias variaram entre $60,53 \text{ mg.L}^{-1}$ e $402,68 \text{ mg.L}^{-1}$. Vieira (2004) em lagoa de cava no Vale do Paraíba do Sul encontrou valores bem abaixo de 5 mg.L^{-1} para o seston na camada superficial, exceto para o período chuvoso no mês de novembro.

As partículas em suspensão podem causar turbidez em águas, assim como a presença de colóides derivados de argila, lama, matérias orgânica e inorgânica finamente divididas, plâncton e outros organismos microscópicos (CAMPOS et al., 2005).

A determinação do seston é importante porque se a área específica do material em suspensão é elevada, as partículas podem acomodar uma grande quantidade de poluentes e até microrganismos patogênicos (PELEGRINI et al., 2007).

5.1.1.10 Matéria orgânica particulada

De acordo com os dados obtidos, no período chuvoso, cuja precipitação foi de 212 mm nos seis dias antes da coleta, e 679 mm durante todo o mês anterior à mesma, foram observados os maiores valores de matéria orgânica particulada. Assim como para o material particulado em suspensão, isto provavelmente se deve ao fato de que numa época de alta pluviosidade muito material alóctone (das matas no entorno), e autóctone (como partes das próprias macrófitas das lagoas) foi carregado para o interior das lagoas.

Para as *estações 1 e 2*, os valores médios de verão foram de 295,73 mg.C.L⁻¹ e 39,14 mg.C.L⁻¹, respectivamente, apesar da *estação 1* estar mais distante do ponto de lançamento de efluentes (Tabela 11) (Figura 22). Da mesma forma, neste período do ano, os valores da *estação 3* (162,01 mg.C.L⁻¹) também foram mais elevados que os da estação 2. Tais resultados sugerem que neste período do ano a introdução de matéria orgânica particulada no sistema, através das matas adjacentes, seja mais elevada que a através das lagoas de chorume.

TABELA 11: VALORES MÉDIOS DA MATÉRIA ORGÂNICA PARTICULADA NOS PERÍODOS SECO E CHUVOSO

	Estação 1	Estação 2	Estação 3	Estação 4	Estação 5
Inverno (seco)	35,09	65,44	0,0036	0,0114	0,051
Verão (chuvoso)	295,73	39,14	162,01	35,25	38,32

FONTE: o autor (2008)

Já no período seco (precipitação de 0,0 mm os seis dias antes da coleta e de 106 mm durante um mês anterior à coleta) foram verificados valores

médios máximos de 35,09 mg.C.L⁻¹ na *estação 1* e 65,44 mg.C.L⁻¹ na *estação 2*.

Assim como no período chuvoso também pode ser observado que no período seco os valores de matéria orgânica particulada foram mais elevados na *estação 2* (65,44 mg.C.L⁻¹) que na *estação 1* (35,09 mg.C.L⁻¹), entretanto os da *estação 3* foram extremamente baixos (0,0036 mg.C.L⁻¹) (Tabela 11) (Figura 22). A lagoa de polimento recebe, próximo da *estação 1*, chorume da lagoa facultativa. A água deste chorume tende a evaporar ao longo do seu trajeto até a *estação 2*. Como no inverno há uma tendência de dias mais ensolarados, há indícios de que a taxa de evaporação possa ser maior que no inverno, fazendo com que a matéria orgânica particulada se concentre nas proximidades da *estação 2*. A não interligação da lagoa de polimento com o Rio Pery durante o período em que foram feitas as análises de inverno, também podem ter corroborado com os valores extremamente baixos deste parâmetro, observados na *estação 3*.

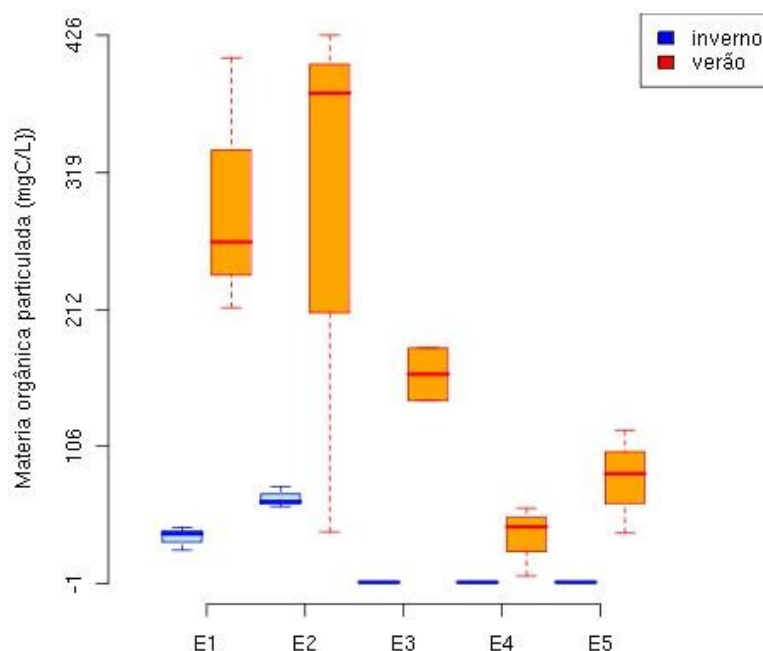


FIGURA 22: VARIAÇÃO DA MATÉRIA ORGÂNICA PARTICULADA NOS PERÍODOS SECO (AZUL) E CHUVOSO (VERMELHO).

Petrucio (2003) também explanou sobre ecossistemas aquáticos continentais e material adjacente, enfatizando que os ambientes lênticos, como as lagoas estudadas, e os ambientes lóticos são ecossistemas que possuem algumas características em comum, e outras peculiares que são abordadas pela ecologia aquática. A marcante zonação longitudinal de fatores físico-químicos e biológicos característicos de um rio é contrastada com a distribuição vertical de lagos, sejam eles rasos ou profundos. Esses ambientes recebem sempre influência de sua área de entorno.

5.1.2 Parâmetros microbiológicos

5.1.2.1 Coliformes totais

Na tabela 12 e na figura 24 encontram-se descritos os valores médios de coliformes totais registrados nas cinco estações de coleta nos dois períodos.

Tanto no período seco quanto no chuvoso, nas duas estações da lagoa de polimento os valores médios de coliformes totais foram maiores que 48.10^3 NMP.100mL⁻¹.

Na segunda lagoa, *estação 3*, o valor médio foi de 3.10^3 NMP.100mL⁻¹ no inverno e 15.10^3 NMP.100mL⁻¹ no verão.

Na quarta lagoa, *estação 4*, a quantidade média foi de 5.10^2 NMP.100mL⁻¹ no inverno, e 7.10^2 NMP.100mL⁻¹ no verão.

TABELA 12: VALORES MÉDIOS DA DENSIDADE DE COLIFORMES TOTAIS (NMP.100 mL⁻¹) NOS PERÍODOS SECO E CHUVOSO.

	Estação 1	Estação 2	Estação 3	Estação 4	Estação 5
Inverno					
(seco)	>48.392,0	>48.392,0	3.029,0	463,0	830,5
Verão					
(chuvoso)	>48.392,0	>48.392,0	14.910,0	664,0	946,5

FONTE: o autor (2008)

Na quinta lagoa, *estação 5*, os valores médios no período seco foram de 8.10^2 NMP.100mL⁻¹ e no período chuvoso de 9.10^2 NMP.100mL⁻¹.

Os altíssimos valores nas *estações 1 e 2* indicam a existência de grande quantidade de matéria orgânica de origem antrópica e sugerem que o tratamento de efluentes ainda não é suficiente.

Entretanto, segundo Kolm et al. (2002), que efetuaram um estudo no setor interno da Baía de Antonina, pouco alterado antropicamente e encontraram valores altos de coliformes totais e baixos de *E. coli*, grande parte dos coliformes totais são autóctones. Assim sendo, os altos valores de coliformes totais, registrados principalmente na *estação 3* sugerem que os mesmos não sejam de origem antrópica.

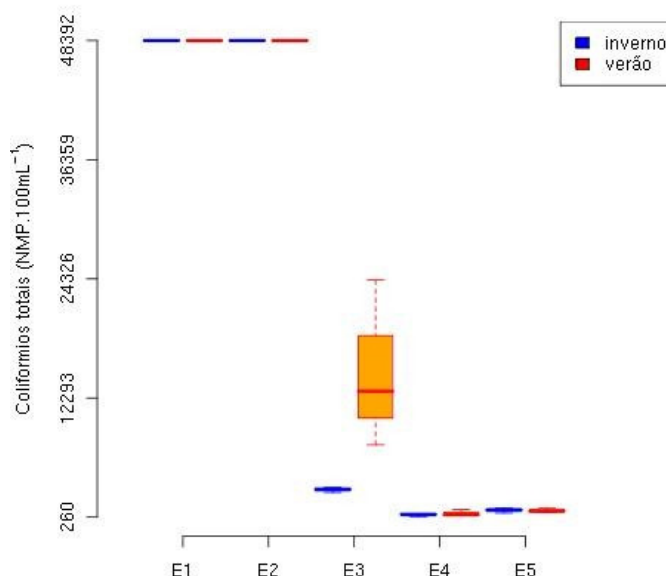


FIGURA 23: COMPARAÇÃO ENTRE AS DENSIDADES DE COLIFORMES TOTAIS NOS PERÍODOS SECO E CHUVOSO.

Os resultados mostram ainda que, principalmente na *estação 3* seus valores foram mais elevados no verão que no inverno. Tal situação sugere que neste período do ano a segunda lagoa está sendo mais influenciada pela lagoa de polimento e/ou pelo Rio Pery que tem ligação com a mesma.

Os valores encontrados nas *estações 3, 4 e 5* no verão, no presente trabalho (Tabela 12), foram bem inferiores aos verificados em fevereiro de 2008, em análises terceirizadas pelo CIAS (realizadas pela TECLAB), de água coletada nos oito poços de monitoramento do aterro em estudo, que verificaram o máximo de $3,8 \cdot 10^3$ UFC.100mL⁻¹ e mínimo de $1,7 \cdot 10^2$ UFC.100mL⁻¹. Já na *estação 3* no inverno, neste trabalho, foi encontrado um valor aproximado ao máximo citado, de $3 \cdot 10^3$ NMP.100mL⁻¹. Os dados referentes às amostras dos poços indicam, portanto, que a água subterrânea está sendo contaminada por chorume.

A densidade de $>48 \cdot 10^3$ encontrada na lagoa de polimento no presente trabalho foram inferiores à encontrada por França (2007), $1,6 \cdot 10^5$ NMP.100mL⁻¹ para o percolado no aterro controlado de Morretes, que analisou coliformes totais utilizando a técnica dos tubos múltiplos em fevereiro de 2007, sugerindo

que os valores elevados tiveram origem principalmente nos papéis higiênicos, fraldas descartáveis e dejetos no aterro.

Neste trabalho foram verificados valores entre 5.10^2 e 15.10^3 NMP.100mL⁻¹ para a densidade de coliformes totais nas lagoas de cava. Numa faixa menor, França (2007) verificou valores variando entre 5.10^2 a 5.10^3 NMP.100mL⁻¹ para os corpos d'água, em córregos e banhados pertencentes ao Rio Sapitanduva (Bacia do Rio Nhundiaquara), próximos ao aterro de Morretes.

Já Beli et al. (2005) realizaram coleta na nascente de água, (afloramento d'água) nos limites do antigo lixão de Areia Branca de Espírito Santo do Pinhal – SP e na extremidade divisória do lixão, junto à margem de uma estrada, após a mistura com o lodo. No primeiro ponto Beli et al. (2005) encontraram valor $< 3.10^2$ NMP.100mL⁻¹ para coliformes totais e fecais; já à jusante foi verificado $< 7.10^2$ NMP.100mL⁻¹, inviabilizando, segundo os autores, o seu uso para consumo humano sem tratamento prévio.

Ainda, segundo estes autores existem nascentes sazonais de água, no interior e nos limites desse lixão, que são canalizadas e lançadas no ribeirão da Areia Branca, um dos afluentes do Rio Moji Guaçu. As características físicas desta água estavam alteradas em consequência da mistura com o chorume.

Beli et al. (2005) relataram também que, em análises anteriores feitas quando do encerramento desse lixão, foram encontrados, na área e nos poços de monitoramento, as bactérias bacilos Gram-negativos entéricos, outros bacilos negativos, cocos Gram-positivos; o fungo *Cândida albicans*; e os vírus influenza, vírus entéricos e os vírus da hepatite A e B.

Tal confirmação indica que esses bacilos podem ser encontrados nas proximidades de vários aterros em condições inadequadas, lixões e antigos lixões em qualquer lugar do planeta.

5.1.2.2 *Escherichia coli*

De acordo com os dados obtidos, na lagoa de polimento, na *estação 1*, no período seco, foi verificado valor médio de 266,66 NMP.100mL⁻¹ deste parâmetro, e na *estação 2* de 320 NMP.100mL⁻¹. No período chuvoso na

estação 1 foi observado o valor médio de 54,66 NMP.100mL⁻¹, e na *estação 2* de 17.10³ NMP.100mL⁻¹ (Tabela 13) (Figura 24).

TABELA 13: VALORES MÉDIOS DA DENSIDADE DE *Escherichia coli* (NMP.100ML⁻¹) NOS PERÍODOS SECO E CHUVOSO.

	Estação 1	Estação 2	Estação 3	Estação 4	Estação 5
Inverno					
(seco)	266,66	320,0	141,33	15,3	230,5
Verão					
(chuvoso)	54,66	17.000,0	37,33	199,22	23,73

FONTE: o autor (2008)

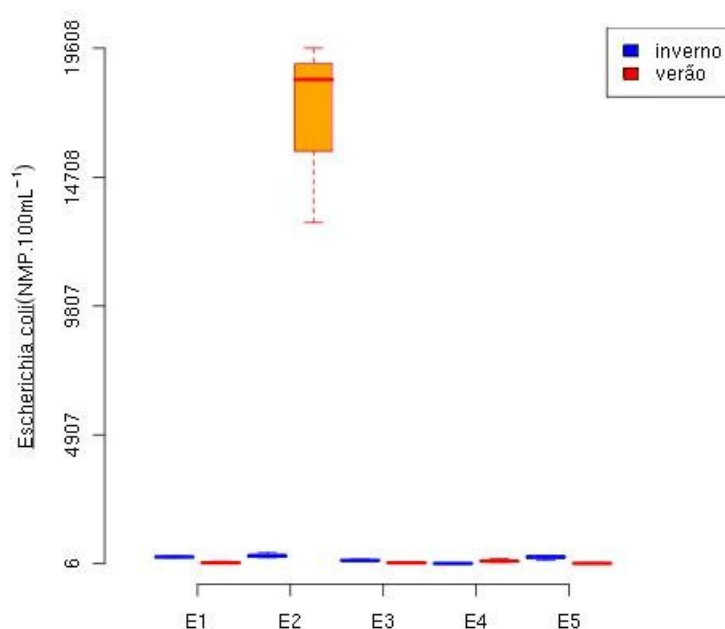


FIGURA 24: COMPARAÇÃO ENTRE AS DENSIDADES DE *E.coli* NOS PERÍODOS SECO E CHUVOSO.

Na *estação 3*, segunda lagoa, no inverno foi verificado o valor médio de 141,33 NMP.100mL⁻¹, e no verão de 37,33 NMP.100mL⁻¹.

Na quarta lagoa, *estação 4*, no inverno obteve-se valor médio de 15,30 NMP.100mL⁻¹, enquanto que no verão o valor obtido foi 199,22 NMP.100mL⁻¹.

Na quinta lagoa, *estação 5*, no inverno foi registrada uma média de 230,50 NMP.100mL⁻¹, e no período de verão um valor médio de 219,66 NMP.100mL⁻¹ (Figura 24) (Apêndices 1 e 2).

No período chuvoso foi observado o valor mais alto de *E. coli* na *estação 2*, assim como a maior amplitude. Isto se deve provavelmente à maior produção de chorume conseqüente da alta temporada com grande quantidade de produção de resíduos e de matéria orgânica pelos veranistas. Esta estação de coleta está próxima da lagoa facultativa, ao contrário da *estação 1*, que está próxima ao Rio Pery, e apresentou taxas bem menores de *E. coli*. Estes resultados mostram que ao longo do período de permanência da água na lagoa de polimento há uma drástica redução destes microrganismos.

No que se refere ao valor máximo permitido da densidade de *E.coli*, segundo a Resolução CONAMA 357/05 esse parâmetro pode ser utilizado em substituição aos coliformes termotolerantes. Aplicam-se às águas doces de classe 2, para usos diferentes dos de contato primário, os limites estabelecidos pelo órgão ambiental estadual competente, no caso o IAP (Instituto Ambiental do Paraná). No entanto, segundo técnicos do IAP, neste estado ainda não foram determinados o valor para *E.coli*, mas já foi sugerido um número de 80% do valor de coliformes termotolerantes (Quadros 8 e 9).

Em análise de coliformes termotolerantes terceirizada pelo CIAS foram registradas, respectivamente, 52.10³ UFC.100 mL⁻¹ e 55. 10³ UFC.100 mL⁻¹ na entrada e na saída da lagoa de polimento (Quadro 8). Estes valores foram superiores ao proposto pela resolução citada. Essa análise também verificou, nos poços de monitoramento, valor máximo de 410 UFC.100 mL⁻¹ e mínimo de 280 UFC.100 mL⁻¹, inferiores ao valor máximo permitido por esta resolução (Quadros 8, 9 e 10).

	Resolução 357	Proposta IAP	Lagoa de polimento (E1) Inverno	Lagoa de polimento (E1) Verão	Lagoa de polimento (E2) Inverno	Lagoa de polimento (E2) Verão	Lagoa de polimento Entrada (TECLAB)	Lagoa de polimento Saída (TECLAB)
Coliformes Totais	-	-	>48.392	>48.392	>48.392	>48.392	52 x 10 ³ UFC/100mL	55 x 10 ³ UFC/100mL
Coliformes Termotolerantes	1,0 x 10 ³ NMP/100mL	-	-	-	-	-	26 x 10 ³ UFC/100mL	24 x 10 ³ UFC/100mL
<i>Escherichia Coli</i>	-	80% valor C.termot. 8 x 10 ² NMP/100mL	266,67	54,67	320	17 x 10 ³	-	-

QUADRO 8: COLIFORMES TOTAIS E *E.coli* NA LAGOA DE POLIMENTO DO ATERRO SANITÁRIO DE PONTAL PARANÁ.

FONTE: o autor (2008); CONAMA (2005); IAP(2008) e TECLAB (2008)

A *Escherichia coli*, é componente do grupo coliformes fecais ou termotolerantes, que compreendem as bactérias que fermentam a lactose com produção de ácido e gás dentro de 24h a $44,5 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ (RESOLUÇÃO CONAMA 274/00). Essa bactéria pertence à família Enterobacteriaceae, é caracterizada pela presença das enzimas β -galactosidase e β -glucuronidase.

Os corpos d'água de modo geral têm as condições sanitárias monitoradas utilizando-se bactérias do grupo coliforme (termotolerantes ou *E. coli*), que atuam como indicadores de poluição fecal, já que estão presentes no trato intestinal humano e de outros animais homeotérmicos, sadios ou não, sendo eliminadas em grande número pelas fezes. Se verificada a sua presença, há possibilidade de existência de organismos patogênicos humanos, uma vez que os coliformes são mais resistentes na água que as bactérias patogênicas de origem intestinal e veiculação hídrica.

Densidades inferiores às do presente trabalho foram verificadas, por von Sperling (2004), no lago de Águas Claras, onde 86% dos resultados de *Escherichia coli* foram iguais ou inferiores a 2 NMP.100 mL⁻¹. O autor também enfatiza que a determinação de bactérias *Escherichia coli* torna-se confiável por serem originárias exclusivamente do trato intestinal de humanos e demais animais homeotérmicos, já que algumas espécies de coliformes podem ocasionalmente ser encontradas no solo ou mesmo na vegetação.

Nas águas da *estação 5* os valores de *E. coli* foram mais elevados que o esperado. Nas proximidades desta lagoa existe um pequeno povoado cujas casas não são ligadas ao tratamento de esgoto. Junto a uma casa próxima da

lagoa pode ser observada fossa asséptica em péssimo estado de conservação. Desta forma é previsível que estes microrganismos sejam originários destas casas. Além disto, não pode ser excluída a possibilidade de serem introduzidos no corpo d'água através de aves existentes na mata adjacente (Tabela 13) (Figura 24).

Parâmetros	OD mg/L	DBO mg/L	CT NMP/100mL	Coliformes Termotolerantes	Ec NMP/100mL	NO ₂ ⁻ (mg/L-N)	NO ₃ ⁻ (mg/L-N)	NH ₄ ⁺ (mg/L-N)	PO ₄ ³⁻ (mg/L-P)	pH
Resolução 357	mínimo 5,0mg/L	5,0mg/L	-	1,0 X 10 ³	IAP 80% valor anterior 8 x 10 ²	1,00	10,00	3,7mg/L N (pH ≤ 7,566) 2,0 mg/L N (7,5 < pH ≤ 8,0)	FÓSFORO TOTAL 0,1mg.L ⁻¹	-
Lagoa de polimento (E1) Inverno	2,36	-	>48.392	-	266,67	0.955	3,245	2,675	3,341	7,88
Lagoa de polimento (E1) Verão	Abaixo do detectável	-	>48.392	-	54,67	0.268	3,019	1,570	3,32	7,39
Lagoa de polimento (E2) Inverno	2,59	-	>48.392	-	320,00	0.232	2,647	1,980	1,980	7,85
Lagoa de polimento (E2) Verão	1,02	-	>48.392	-	17 x 10 ³	0.719	0,962	1,591	3,17	7,4
Lagoa ao lado do aterro (E3) Inverno	4,76	6,34	3.029	-	141,33	0.044	1,025	0,744	0,07	6,41
Lagoa ao lado do aterro (E3) Verão	9,68	3,4277	14.910	-	37,33	0.025	0,962	0,035	0,04	6,09

QUADRO 9: PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICOS NAS TRÊS PRIMEIRAS ESTAÇÕES DE COLETA E VALORES DA RESOLUÇÃO CONAMA 357.

FONTE: o autor (2008); CONAMA (2005); IAP(2008) e TECLAB (2008)

Parâmetros	OD	DBO	CT	Coliformes Termotolerantes	Ec	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	PO ₄ ³⁻	pH
Resolução CONAMA 357 Classe 2	mínimo 5mg.L ⁻¹	5mg.L ⁻¹	-	1,0 X 10 ³	-	1,00 (mg.L ⁻¹ N)	10,00 (mg.L ⁻¹ N)	3,7mg/L N (pH ≤ 7,566) 2,0 mg/L N (7,5 < pH ≤ 8,0)	Fósforo total 0,1mg.L ⁻¹ (mg.L ⁻¹ P)	-
Proposta IAP	-	-	-	-	80% valor C.termot. 8 x 10 ² NMP/100mL	-	-	-	-	-
Quarta Lagoa (E4) Inverno	7,78	10,357	463,0	-	15,30	0.019	0,469	0,192	0,020	5,97
Quarta Lagoa (E4) Verão	5,40	1,23	664,0	-	199,22	0.025	0,505	0,077	0,021	4,29
Quinta Lagoa (E5) Inverno	8,40	11,17	830,5	-	230,5	0.03	0,116	0,029	0,019	3,82
Quinta Lagoa (E5) Verão	4,48	2,35	946,5	-	23,73	0.037	0,134	0,037	0,019	3,36

QUADRO 10: PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICOS NAS ÚLTIMAS ESTAÇÕES DE COLETA, RESOLUÇÃO CONAMA 357 E PROPOSTA DO IAP.

FONTE: o autor (2008); CONAMA (2005); IAP(2008) e TECLAB (2008)

5.1.2.3 Bactérias heterotróficas totais

Os dados mostraram que a maior abundância de bactérias heterotróficas totais, com médias de 540.10^5 cel.mL⁻¹ e 312.10^5 cel.mL⁻¹, foi encontrada nas estações 1 e 2, na lagoa de polimento, no verão (Tabela 14) (Figura 25).

Como foi esperado, este parâmetro apresentou correlação com o seston, a matéria orgânica particulada e com os nutrientes (Apêndices 1 e 2). Azam et al. (1983) e Kolm et al. (1997) também afirmaram que as bactérias heterotróficas são mais abundantes em associação com matéria orgânica em suspensão.

Os valores mais baixos ($60,67 \times 10^3$ cel.mL⁻¹) foram verificados na estação 5, lagoa mais distante do aterro, no inverno (Tabela 14) (Figura 25).

TABELA 14: VALORES MÉDIOS DA DENSIDADE DE BACTÉRIAS HETEROTRÓFICAS TOTAIS ($\text{cel.mL}^{-1} \cdot 10^3$) NOS PERÍODOS SECO E CHUVOSO.

	Estação 1	Estação 2	Estação 3	Estação 4	Estação 5
Inverno (seco)	8.241	7.511	289	233,33	60,67
Verão (chuvoso)	53.850	31.208	213,00	374,66	219,66

FONTE: o autor (2008)

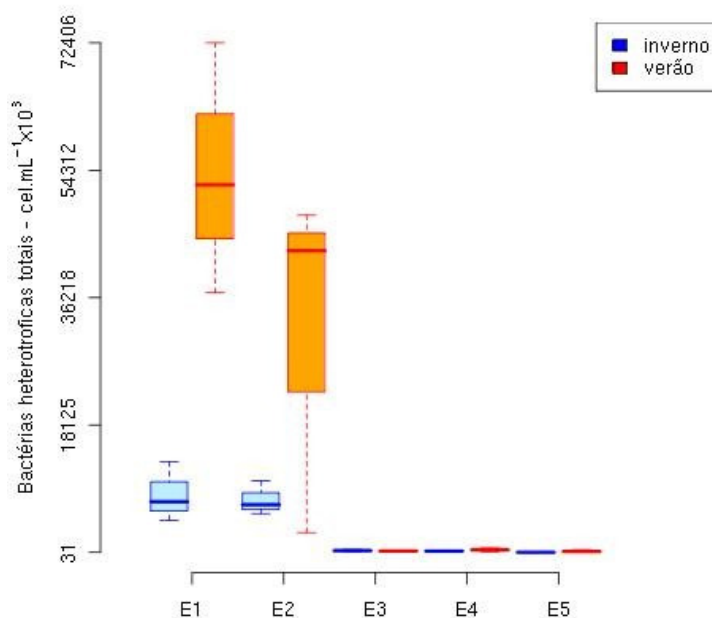


FIGURA 25: COMPARAÇÃO ENTRE AS DENSIDADES DE BACTÉRIAS HETEROTRÓFICAS TOTAIS NOS PERÍODOS SECO E CHUVOSO.

Com o conceito de “alça microbiana” as bactérias heterotróficas foram amplamente reconhecidas como um componente essencial de ambientes aquáticos. Elas participam da construção da estrutura e dinâmica da teia alimentar aquática e dos ciclos biogeoquímicos. Um aumento no número de bactérias heterotróficas pode ser usado para monitorar aumento na poluição orgânica ambiental. Quantificações precisas de bactérias e suas flutuações são

necessárias para avaliar mais precisamente as mudanças na comunidade depois das descargas de poluentes e dejetos costeiros (AZAM et al., 1983).

Trabalhos efetuados por pesquisadores da CETESB (1996) afirmam que determinar a densidade de bactérias heterotróficas tanto aeróbias quanto anaeróbias facultativas é importante para investigar as condições higiênicas das águas, e conferir a eficiência das etapas de tratamento de efluentes, no que se refere à remoção dessas bactérias.

No presente trabalho os teores de nitrogênio amoniacal foram maiores na lagoa de polimento. Tal fato sugere semelhança com o relato de von Sperling (2005), que diz que a matéria orgânica nitrogenada encontrada em abundância nos aterros sanitários, é rapidamente biodegradada, sendo convertida pelas bactérias heterotróficas em amônia na forma livre (NH_3) e na forma ionizada (NH_4^+) por meio do processo de amonização. Segundo o autor as bactérias heterotróficas, presentes no chorume em grande quantidade, utilizam o nitrogênio amoniacal para síntese em condições aeróbias e anaeróbias e o nitrogênio na forma de nitrato como aceptor de elétrons em condições anaeróbias.

No aterro sanitário de Limeira, na lagoa de captação, Pelegrini et al. (2007) verificaram que a concentração de bactérias heterotróficas aumentou consideravelmente, provavelmente em função do excesso do teor de carga orgânica e elevação da temperatura (22°C na entrada e 29°C na saída), criando condições propícias para o desenvolvimento dessas bactérias.

A abundância entre $312.10^5 \text{ cel.mL}^{-1}$ a $540 \times 10^5 \text{ cel.mL}^{-1}$ encontradas na lagoa de polimento do aterro sanitário de Pontal do Paraná, foi semelhante à registrada por Lutterbach et al. (2001) em pontos que recebem descargas de esgoto não autorizadas da Lagoa Rodrigues de Freitas.

É importante ressaltar ainda que no presente trabalho nem sempre houve correlação entre as variações das bactérias heterotróficas totais, os coliformes totais e a *E. coli*.

5.1.2.4 Biomassa bacteriana

Os maiores valores de biomassa bacteriana, como esperado, foram encontradas nas *estações 1 e 2* ($1.676,20 \mu\text{gC.L}^{-1}$ e $1.261,96 \mu\text{gC.L}^{-1}$ respectivamente) no período chuvoso (verão).

No inverno o maior valor médio observado foi $394,33 \mu\text{gC.L}^{-1}$ na *estação 1* e o mínimo $1,91 \mu\text{gC.L}^{-1}$, na *estação 5*.

No verão o valor médio mínimo observado foi $7,88 \mu\text{gC.L}^{-1}$ na *estação 5* (Tabela 15) (Figura 26).

TABELA 15: VALORES MÉDIOS DA BIOMASSA DE BACTÉRIAS HETEROTRÓFICAS TOTAIS ($\mu\text{gC.mL}^{-1}$) NOS PERÍODOS SECO E CHUVOSO.

	Estação 1	Estação 2	Estação 3	Estação 4	Estação 5
Inverno (seco)	394,13	320,33	10,19	11,26	1,91
Verão (chuvoso)	1.676,20	1.261,96	9,19	14,00	7,88

FONTE: o autor (2008)

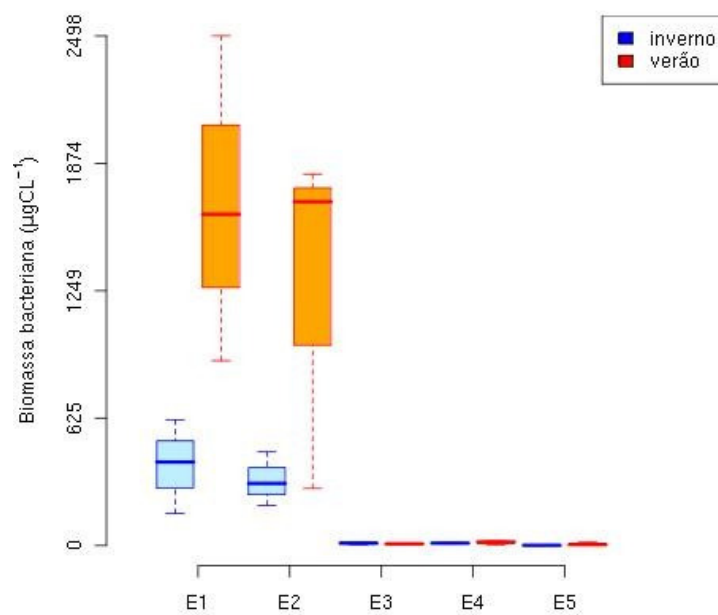
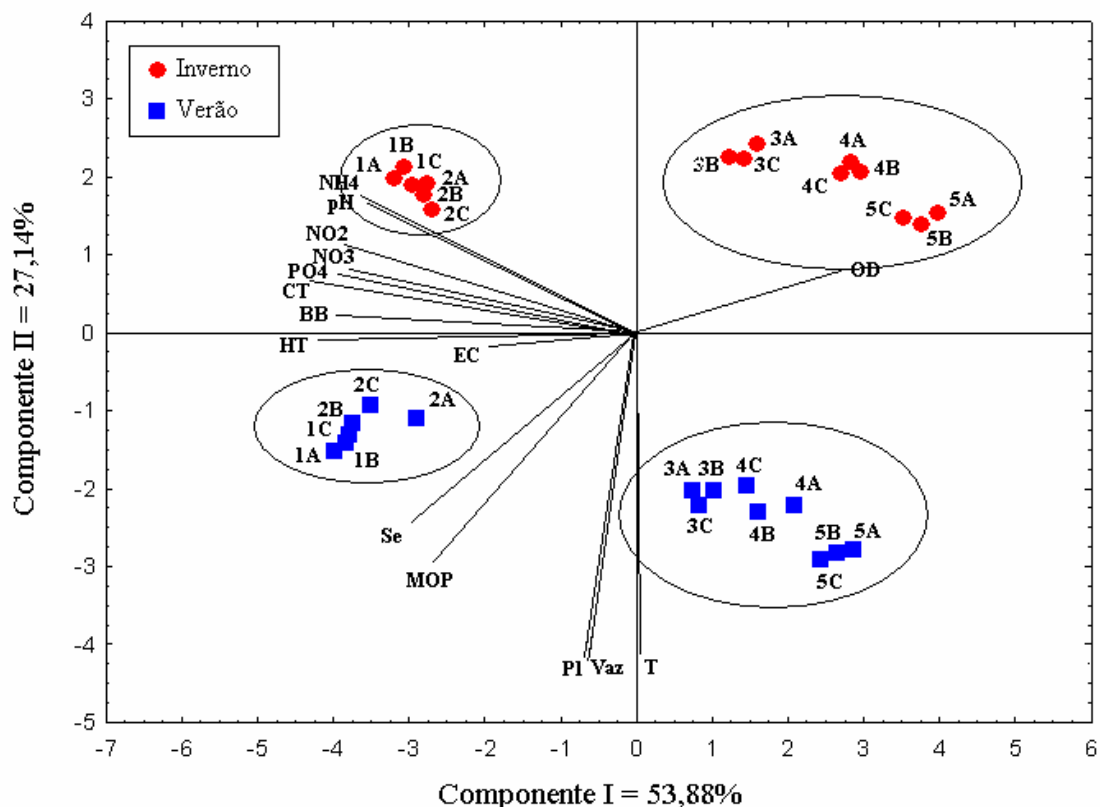


FIGURA 26: COMPARAÇÃO ENTRE AS BIOMASSAS BACTERIANAS NOS PERÍODOS SECO (AZUL) E CHUVOSO (VERMELHO).

5.1.3 Análise dos Componentes Principais



OD = Oxigênio dissolvido; T = Temperatura; PI = Pluviosidade; Vaz = Vazão; MOP = Matéria orgânica particulada; Se = Seston; EC = *Escherichia coli*; HT = Bactérias heterotróficas totais; BB = Biomassa bacteriana; CT = Coliformes totais; PO₄³⁻ = Fósforo; NO₃⁻ = nitrato; NO₂⁻ = nitrito; pH = potencial hidrogeniônico; NH₄⁺ = nitrogênio amoniacal.

FIGURA 27: REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA ANÁLISE DOS COMPONENTES PRINCIPAIS.

O primeiro componente da Análise dos Componentes Principais explicou 54% da variabilidade. O oxigênio dissolvido correlacionou-se positivamente com as estações 3, 4 e 5 no inverno e negativamente nas estações 1 e 2 no verão. Por sua vez o nitrogênio amoniacal, pH, nitrito, nitrato, fósforo, coliformes totais, bactérias heterotróficas totais, biomassa bacteriana e, em menor escala, a *Escherichia coli* apresentaram correlação positiva com as estações 1 e 2, tanto no inverno, quanto no verão. O segundo componente explicou 27% da variabilidade. A temperatura, vazão, pluviosidade, seston e matéria orgânica particulada, correlacionaram-se positivamente no verão, em todas as estações amostradas e negativamente com todas as estações no inverno (Figura 27).

5.2 Análise da produção de resíduos sólidos, da produção de chorume e da pluviosidade

Os dados analisados referem-se aos anos de 2003, 2004, 2005, 2007 e parte de 2008. Os dados relativos aos anos de 2002 e 2006 não foram obtidos para análise neste trabalho, pois o próprio escritório do aterro sanitário não os possuía.

O cenário da disposição dos resíduos sólidos depositados no aterro sanitário é analisado com relação à variação da quantidade de resíduos sólidos produzidos de 2003 a 2008 em relação à alta e baixa temporada, e a relação desta produção de resíduos com o volume gerado de chorume, tomando-se aqui como variável a pluviosidade ocorrida no período.

5.2.1 Análise da produção de resíduos sólidos depositados no aterro sanitário de Pontal do Paraná de 2003 a 2008

A quantidade de resíduos sólidos depositados no aterro sanitário foi analisada separadamente para cada município (Matinhos e Pontal do Paraná), em cada ano e na sequência foi analisado o total de resíduos sólidos depositados, independente da origem.

5.2.1.1 Resíduos sólidos produzidos no Município de Matinhos

A quantidade de resíduos sólidos produzidos no município de Matinhos foi variável para os 4 anos analisados, havendo uma redução de 15,7% de 2004 (11.353,33 t) para 2005 (9.576,22 t), e de 2,97% em relação a 2007 (11.016,94 t) (Figuras 28 e 29). O decréscimo observado, especialmente de 2004 para 2005, pode ser devido a vários fatores, mas ressalta-se que uma redução do turismo no litoral poderia ter uma influência direta. Esta hipótese pode ser corroborada pela Figura 29, que mostra um decréscimo na produção de resíduos sólidos durante a temporada de 2004 em relação aos outros anos.

A produção de dezembro da temporada 2006/2007 foi estimada tirando-se a média da produção de resíduos dos meses de dezembro de 2003, 2004 e 2005, já que CIAS, como já mencionado, não dispunha dos dados.

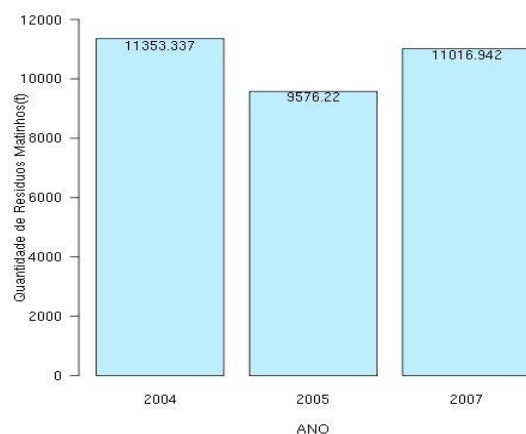


FIGURA 28: QUANTIDADE DE RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS NO MUNICÍPIO DE MATINHOS DE 2004 A 2007.

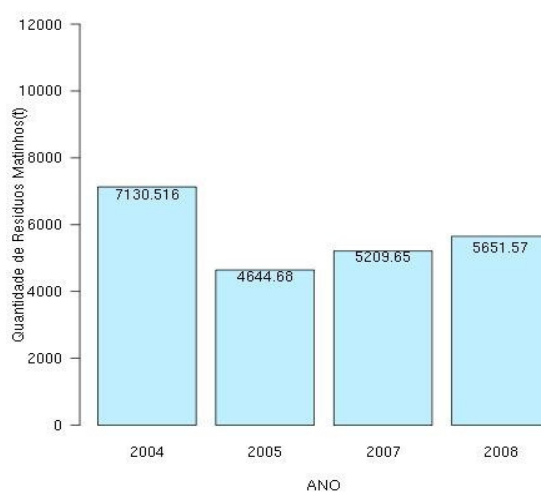


FIGURA 29: QUANTIDADE DE RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS NO MUNICÍPIO DE MATINHOS DURANTE A ALTA TEMPORADA (DEZEMBRO DO ANO ANTERIOR CORRESPONDENTE, JANEIRO E FEVEREIRO).

As Figuras 28 e 29 mostram que a produção de resíduos sólidos nas temporadas de 2005, 2007 e 2008 vem apresentando um decréscimo em relação a 2004, que pode ser devido a programas de coleta seletiva, mais atuantes durante o verão, ou mesmo devido à deterioração do sistema de limpeza urbana, ocasionando descartes irregulares.

Da alta temporada de 2004 para 2005 houve uma redução na produção de resíduos sólidos de 34,87%. Já o ano de 2007 apresentou uma redução de 26,94% em relação a 2004. Os dados indicam que embora tenha havido um decréscimo acentuado na produção de resíduos de 2004 para 2005, logo após a mesma voltou a aumentar a cada ano.

A quantidade de resíduos sólidos depositados no aterro sanitário (kg) na alta temporada 2003/2004 (7.130,516 t), considerando a média de produção nacional de 0,80 kg/pessoa/dia, correspondeu à produção de resíduos de uma população de 99.028 habitantes, enquanto que a população de Matinhos naquela época era de 24.184 habitantes, segundo dados do IBGE (2000). Deste modo, a geração de resíduos sólidos pelo turismo no município de Matinhos correspondeu a um acréscimo de cerca de 5.389 toneladas ou 309%.

O aumento da quantidade de resíduos sólidos produzidos no ano de 2004 como um todo se concentrou principalmente nos meses de dezembro (temporada 2004/2005), janeiro e fevereiro (temporada 2003/2004) e corresponderam a mais de 50 % de todos os resíduos sólidos gerados durante o ano (Tabela 16).

TABELA 16: VARIAÇÃO DA PRODUÇÃO ANUAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS (%) EM MATINHOS (PR)

Mês Ano												
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2004	27,1	21,3	5,5	4,8	3,9	4,6	4,5	4,0	5,7	4,7	5,3	8,5
2005	25,4	13,0	6,5	5,5	5,2	4,8	5,5	5,2	5,8	5,3	6,7	11,0
2007	22,6	13,4	7,0	5,8	5,1	4,5	5,0	4,6	5,9	6,5	6,5	13,1

FONTE: CIAS (2007)

A produção de resíduos sólidos geradas pelo turismo em Matinhos nos três meses de temporada 2004/2005 foi de 4.644,68 toneladas, o que equivaleu à produção de 64.500 habitantes, ou seja, um acréscimo de 266% na produção de resíduos sólidos. Este aumento na produção de resíduos também foi maior nos meses de dezembro (temporada 2005/2006), janeiro e fevereiro (temporada 2006/2007) (Figura 29).

Para o ano de 2007 a produção de resíduos sólidos em Matinhos pelos turistas foi de 5.209,65 toneladas, o que correspondeu à produção de 72.347 habitantes, o que equivale a um acréscimo de 310 % na produção de resíduos. Neste cálculo considerou-se a população de Matinhos como sendo de 23.357 habitantes, segundo censo do IBGE (2007). Já em 2008 o aumento foi de 3.352 toneladas, correspondendo a um crescimento de aproximadamente 199% (Apêndices 1 e 2).

Semelhantemente aos outros anos analisados, a maior produção de resíduos durante o ano ficou concentrada nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, correspondendo a 49,1% do total produzido em 2007 (Tabela 16).

Quando considerada a produção de resíduos sólidos de 2005 para 2007 e para 2008, nota-se que tem havido um aumento gradual da produção desses resíduos e conseqüentemente do turismo na região, mas ainda continua abaixo do que ocorreu em 2004.

Todo este aumento na produção de resíduos sólidos gera um imenso impacto tanto na coleta, transporte quanto na disposição final, principalmente quando se considera a redução drástica do tempo de vida dos aterros sanitários no litoral do Paraná e a ausência de áreas adequadas na maioria dos municípios. Quando se leva em consideração que dos 7 municípios do litoral do Paraná, 3 dispõem os seus resíduos em lixões a céu aberto (Antonina, Guaraqueçaba e Paranaguá) e 2 depositam os seus resíduos sólidos em aterros controlados (Morretes e Guaratuba), o cenário da produção de resíduos sólidos no referido litoral adquire uma conotação crítica.

5.2.1.2 Resíduos sólidos produzidos no Município de Pontal do Paraná

Em Pontal do Paraná a redução na produção de resíduos sólidos de 2004 (8.080 t) para 2005 (6.410 t) foi de 20,6 % e de 4,88 % em relação a 2007 (7.686,52), respectivamente (Figura 30). É importante ressaltar que o ano de 2005 apresentou um decréscimo acentuado da quantidade de resíduos sólidos.

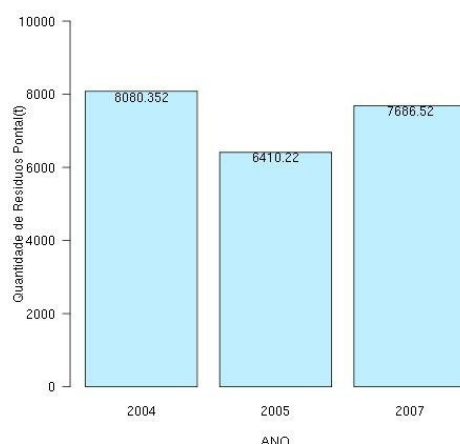


FIGURA 30 - PRODUÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS (kg) NO MUNICÍPIO DE PONTAL DO PARANÁ DE 2004 A 2007.

Da mesma forma que Matinhos, a redução na produção de resíduos sólidos de 2004 para 2007 pode ser devido a um decréscimo do turismo nestes municípios ou mesmo programas de coleta seletiva no município ou até dificuldades no sistema de limpeza pública, com descarte irregular de resíduos sólidos.

A quantidade de resíduos sólidos depositados no aterro sanitário (kg) em 2004, considerando a média de produção nacional de 0,80 kg/pessoa/dia, corresponde à produção de resíduos de uma população fixa de 27.672 habitantes, enquanto que a população do município de Pontal do Paraná naquela época era de 14.323 habitantes, segundo dados do IBGE (2000).

Deste modo, a geração de resíduos sólidos pelo turismo em Pontal do Paraná correspondeu a um acréscimo de 3.898 toneladas no ano, como se houvesse um acréscimo de 13.349 habitantes a população fixa, ou seja, um aumento de 93,20%. Estas 3.898 toneladas correspondem a um acréscimo de aproximadamente 10,6 toneladas diárias à produção de resíduos sólidos da população fixa.

Este aumento na produção de resíduos sólidos está situado principalmente nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, equivalendo a 60,5 % do total gerado durante o ano de 2004 (Tabela 17).

TABELA 17: VARIAÇÃO DA PRODUÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS (%) EM PONTAL DO PARANÁ

Mês Ano												
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2004	37,0	14,5	4,9	4,5	3,6	3,9	4,2	3,5	5,6	4,3	5,1	9,0
2005	30,8	14,3	6,7	7,9	5,1	6,6	5,1	5,3	6,3	5,1	6,9	x
2007	25,0	13,5	6,3	5,6	4,9	4,8	4,9	4,0	5,6	6,2	6,6	12,6

A produção de resíduos sólidos pelo turismo para o ano de 2005 foi de 1.555 toneladas, um aumento de 37,2 % na geração de resíduos, equivalendo à produção de uma população de 5.327 habitantes, ou seja, um acréscimo de 37,2% na população fixa durante o ano. A população fixa para o ano de 2005, aqui considerada, foi de 14.323 (IBGE, 2000).

O aumento na produção de resíduos no ano de 2005 também foi relativo aos meses de janeiro, fevereiro e abril que equivaleu a 53% do total de resíduos sólidos gerados durante o ano (Tabela 17) (Figura 30). Nota-se que o mês de abril superou o mês de dezembro na quantidade de resíduos gerados.

Considerando o ano de 2007, tem-se que o turismo no município acrescentou aproximadamente 2.832 toneladas de resíduos sólidos à produção da população fixa, um aumento que equivale à produção de uma população de 9.698 habitantes ou um acréscimo populacional de 58,33%. Em 2007 a população fixa do município de Pontal do Paraná era de 16.625 habitantes, segundo dados do IBGE (2007).

O aumento na geração de resíduos sólidos em 2007 ficou concentrado nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, correspondendo a 51,1% do total gerado no ano (Figura 30).

Em todos os anos analisados verifica-se que o aumento na produção de resíduos sólidos pela população flutuante é bastante drástico, chegando-se a 93%, como foi o caso de 2004. Isto significa uma acentuada redução no tempo de vida útil do aterro sanitário, mas principalmente na necessidade de medidas de coleta seletiva extremamente bem planejadas e distribuídas durante o ano para que se possa desviar dos métodos de disposição uma quantidade enorme de matéria-prima, muitas vezes com tempo de degradação extremamente

longo (450 anos no caso do plástico) ou que nunca irá se degradar como é o caso do vidro, alumínio, borracha e outros.

Analisando apenas a alta temporada, percebe-se um padrão semelhante ao de Matinhos, onde a quantidade de resíduos sólidos depositados no aterro sanitário tem diminuído a partir do ano de 2004 (Figura 30). Esta tendência pode ser devido à redução do número de turistas na temporada ou a ampliação de programas de coleta seletiva neste período ou ainda dificuldades no sistema de limpeza urbana, ocasionando os desvios de resíduos como descarte irregular.

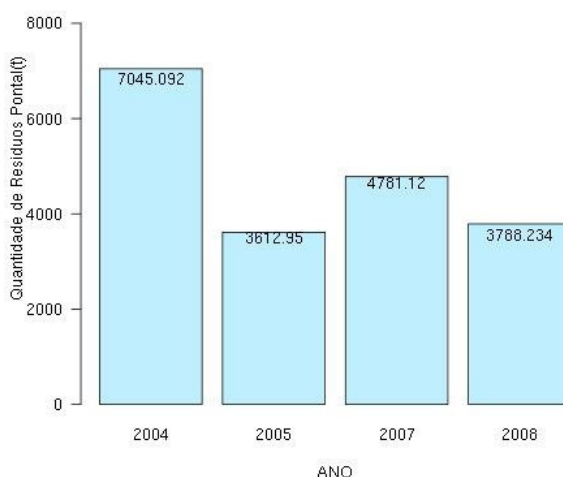


FIGURA 31: QUANTIDADE DE RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS NO MUNICÍPIO DE PONTAL DO PARANÁ DURANTE A ALTA TEMPORADA (DEZEMBRO DO ANO ANTERIOR, JANEIRO E FEVEREIRO).

Em Pontal do Paraná, também é observada maior quantidade de resíduos em 2004. Porém, ao contrário de Matinhos, o ano de 2008 teve a menor produção de resíduos (3.788 t), indicando uma redução no número de turistas ou uma melhora nos programas de coleta seletiva que ocorrem no verão.

Em 2004, ano com maior produção de resíduos sólidos no município, considerando de janeiro a março, houve um acréscimo no verão de aproximadamente 3.523 toneladas, correspondendo a um aumento de 342% na geração de resíduos. Esta quantidade é muito superior ao que ocorreu na

mesma época em Matinhos, mostrando que em Pontal do Paraná o impacto do turismo sobre a produção de resíduos sólidos foi muito maior que o de Matinhos.

Para 2008 o aumento da produção de resíduos sólidos no verão foi de aproximadamente 265%, bem acima do que ocorreu para Matinhos que foi 199%, mostrando que pode ter havido um aumento de turistas em Pontal, maior que em Matinhos.

5.2.1.3 Total de resíduos sólidos depositados no aterro sanitário (Matinhos, Pontal, Ilha do Mel e Ecovia)

Em ambos os municípios, Matinhos e Pontal do Paraná, o mês de janeiro (alta temporada) apresentou a maior quantidade de resíduos produzidos – a produção sextuplica neste período - sendo mais acentuada no ano de 2004, como já comentado (Figuras 32 e 33).

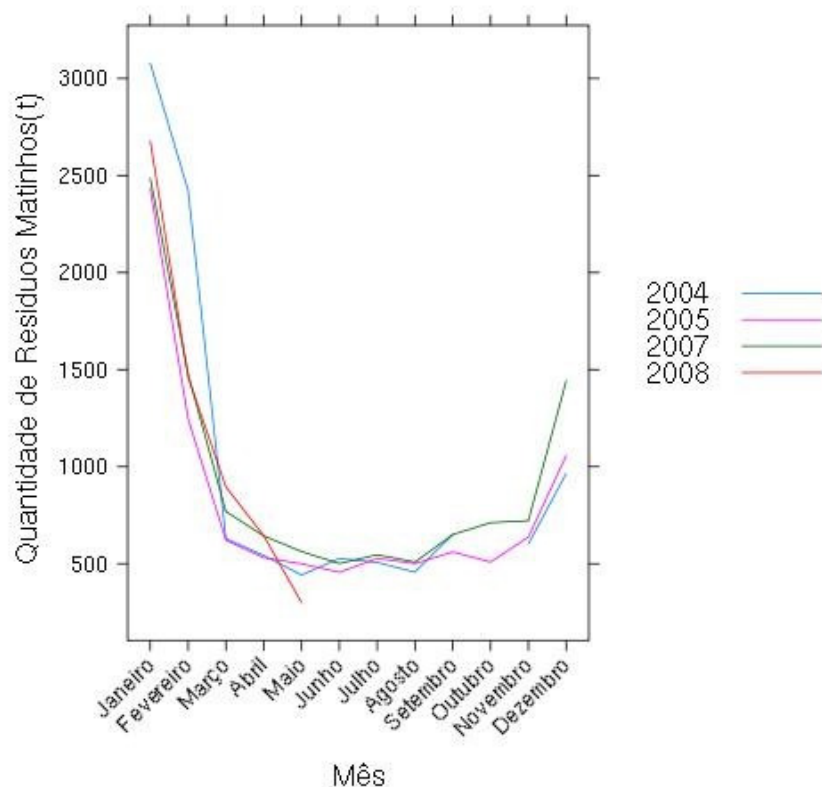


FIGURA 32 - VARIAÇÃO DA QUANTIDADE DE RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS NO MUNICÍPIO DE MATINHOS DE 2004 A 2008 EM FUNÇÃO DOS MESES DO ANO.

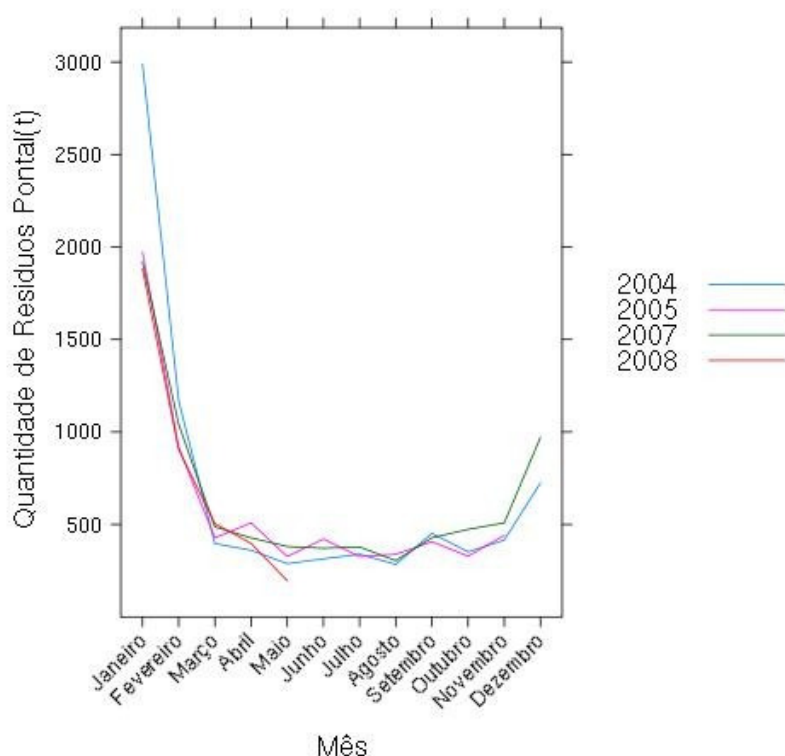


FIGURA 33 – VARIAÇÃO DA QUANTIDADE DE RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS NO MUNICÍPIO DE PONTAL DO PARANÁ DE 2004 A 2008 EM FUNÇÃO DOS MESES DO ANO.

Observa-se ainda na Figura 32, relativo ao município de Matinhos, que excetuando a alta temporada, a produção de resíduos sólidos foi maior no ano de 2007 em relação aos outros anos. Isto pode indicar que a quantidade de resíduos sólidos gerados na temporada (população flutuante) está reduzindo – talvez por conta da Operação Verão com coleta seletiva - e na baixa temporada (população fixa) pode estar aumentando, sugerindo uma possível influência da presença da UFPR-litoral e/ou a falta de um eficaz programa de coleta seletiva anual.

Considerando o ano de 2004, percebe-se que o município de Pontal do Paraná e Matinhos (Figuras 32 e 33), com população de 14.323 e 24.184, respectivamente, apresentaram um pico de produção de resíduos semelhante, ou seja, uma produção de 3.000 toneladas. Isto mostra que naquela época, diferentemente do que aconteceu em outros anos, houve um afluxo acentuado de turistas para o município, motivo este ainda não identificado.

Nos anos de 2004, 2005 e 2007 pode-se verificar que a produção (kg) de resíduos sólidos do município de Matinhos, pesada no aterro sanitário de Pontal do Paraná (CIAS), foi sempre superior à de Pontal do Paraná, por possuir maior número de habitantes fixos e flutuantes.

As Figuras 32 e 33 mostram ainda que no decorrer do ano, em função de algumas festividades, feriados e férias, há alguns picos de produção de resíduos sólidos, onde a quantidade volta a crescer novamente no final de dezembro, com o início da alta temporada.

Ao observar a produção dos quatro geradores de resíduos sólidos (Matinhos, Pontal do Paraná, Ecovia e Ilha do Mel), verifica-se que a quantidade de resíduos sólidos gerados na alta temporada ultrapassou 6.000 toneladas em 2004 (Figura 34). Os outros anos, nesse período, apresentaram uma produção menor, entre 4.000 e 5.000 toneladas, talvez fruto das campanhas “Operação Verão” e coleta seletiva ou outros fatores já comentados.

A variação da quantidade de resíduos sólidos gerados nos referidos anos pode ser melhor entendida quando se analisa a variação média da quantidade de resíduos sólidos gerados pelos municípios de Pontal do Paraná e Matinhos, em função de cada ano (2003, 2004, 2005, 2007), como mostram as Figuras 31, 32, 33 e 34. Estas Figuras mostram ainda que os picos de maior produção de resíduos sólidos na baixa temporada foram de abril (páscoa), julho (férias) e 7 de setembro (feriado).

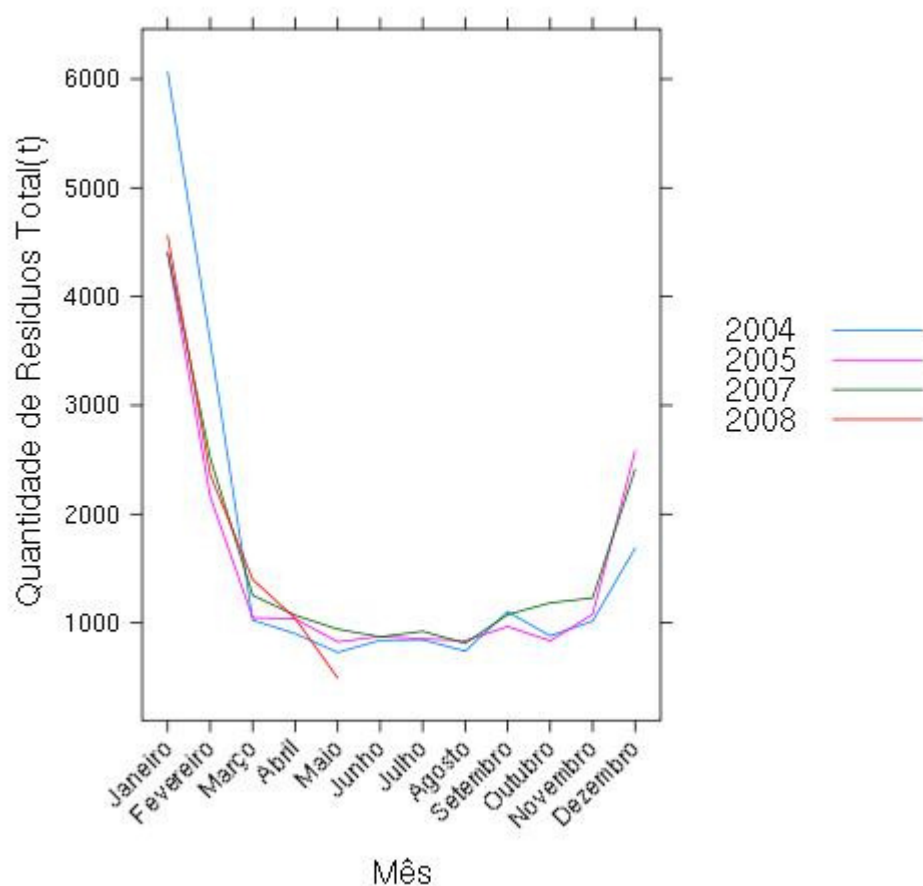


FIGURA 34 – VARIAÇÃO DA QUANTIDADE DE RESÍDUOS SÓLIDOS DEPOSITADOS NO ATERRO SANITÁRIO DE PONTAL DO PARANÁ EM FUNÇÃO DOS ANOS 2004, 2005, 2007 E 2008.

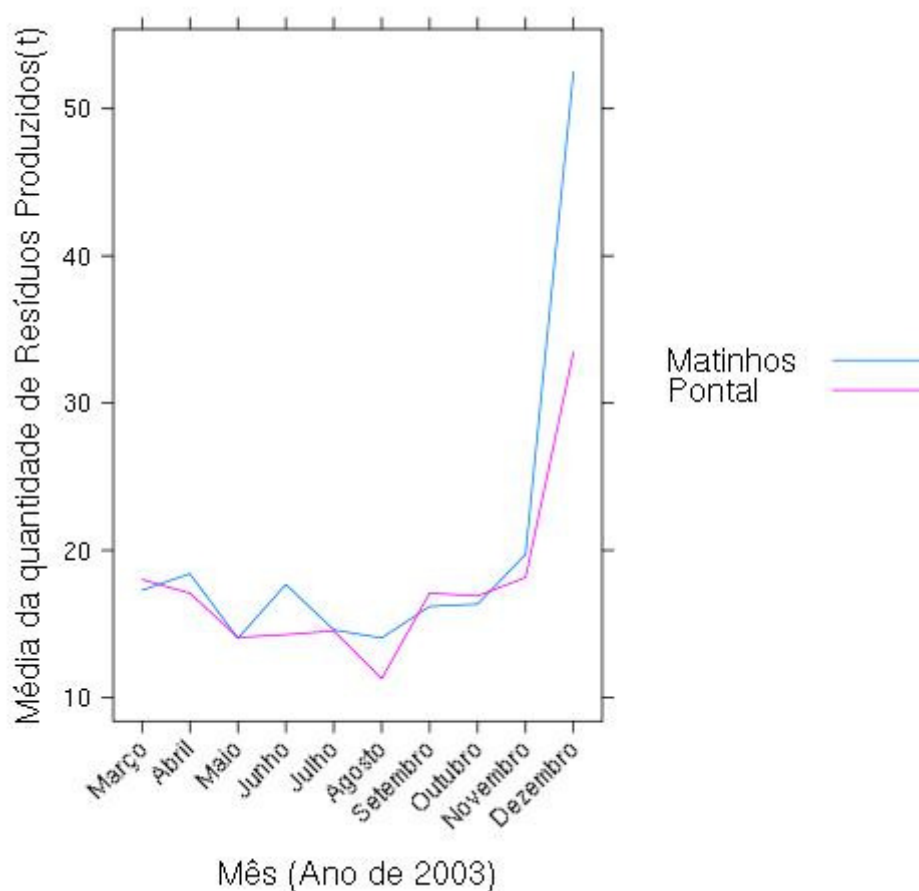


FIGURA 35- VARIAÇÃO DA QUANTIDADE DE RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS NOS MUNICÍPIOS DE MATINHOS E PONTAL DO PARANÁ EM FUNÇÃO DOS MESES DO ANO DE 2003.

Em 2003 a produção média de resíduos sólidos em Matinhos quadriplicou em dezembro, chegando à cerca de 60 toneladas, sendo o desvio-padrão da produção anual de 11,55 (Figura 35) (Tabela 18). De forma semelhante, Pontal do Paraná teve a produção de resíduos triplicada, ultrapassando as 30 toneladas (Figura 36).

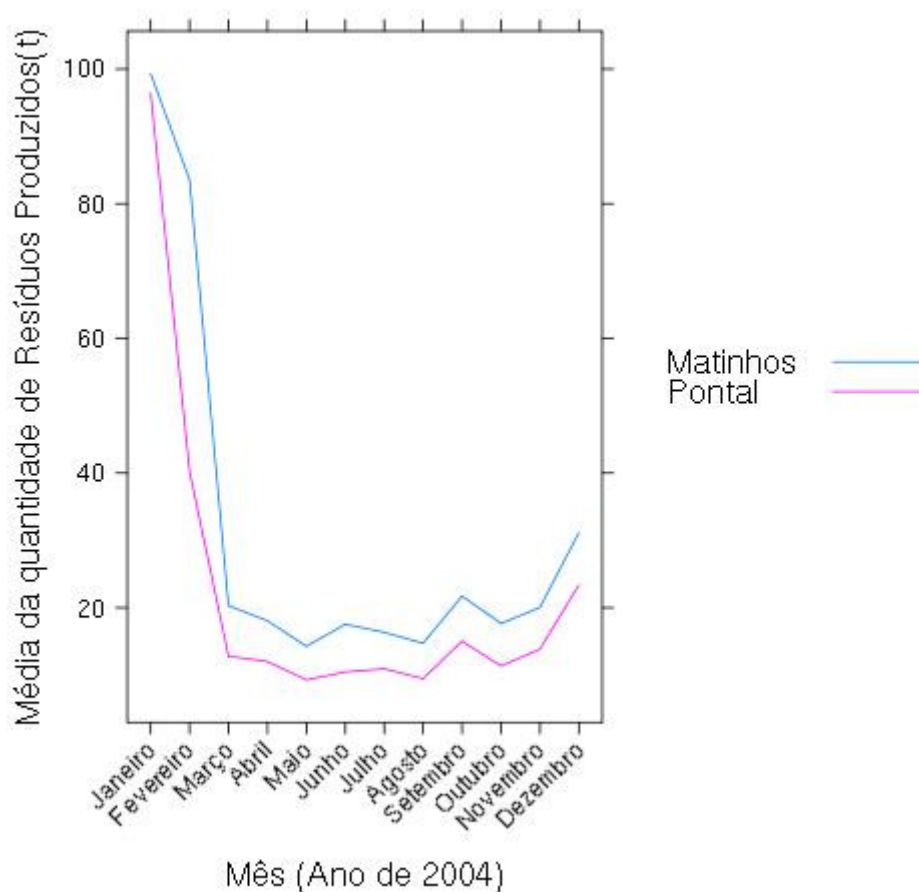


FIGURA 36 - VARIAÇÃO DA QUANTIDADE DE RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS NOS MUNICÍPIOS DE MATINHOS E PONTAL DO PARANÁ EM FUNÇÃO DOS MESES DO ANO DE 2004.

Em Matinhos, durante a temporada do ano de 2004, percebe-se que os maiores picos de produção de resíduos ocorreram em janeiro, assim como a maior produção de resíduos, como mostra a Figura 36.

Semelhante a Matinhos, o município de Pontal do Paraná também apresentou os maiores picos de produção de resíduos sólidos no mês de janeiro em 2004, havendo uma grande redução no mês de fevereiro (Figura 36), também próximo a 100 toneladas. Os desvios-padrão da produção anual foram 4,83 para Matinhos, e 4,12 para Pontal do Paraná (Tabela 18).

Em 2005 o comportamento da produção de resíduos de Matinhos seguiu o padrão de intensa quantidade de dezembro a fevereiro, com a população de veraneio, ultrapassando 140 toneladas em janeiro. Pode-se verificar, também, que setembro e novembro apresentaram picos significativos, acima de 40

toneladas (Figura 37). A produção anual de resíduos de Matinhos apresentou desvio-padrão de 5,55 (Tabela 18).

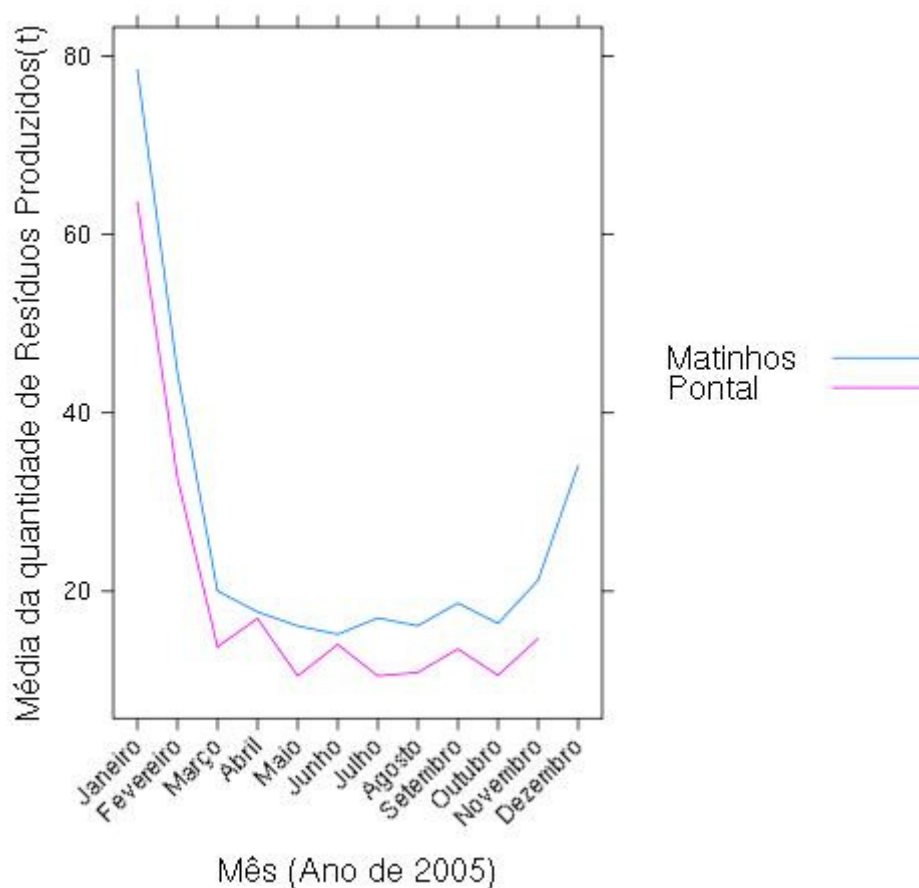


FIGURA 37- VARIAÇÃO DA QUANTIDADE DE RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS NOS MUNICÍPIOS DE MATINHOS E PONTAL DO PARANÁ EM FUNÇÃO DOS MESES DO ANO DE 2005.

Pontal do Paraná, excepcionalmente, obteve a mais alta produção de resíduos em março, próxima a 120 toneladas no pico. Junho também apresentou surpresa, com cerca de 70 toneladas no pico. Janeiro teve a produção esperada de verão, acima de 100 toneladas. Como dito anteriormente a produção de resíduos do mês de dezembro de 2005 foi estimada através da média da produção de dezembro dos anos anteriores, já que o CIAS não dispõe de dados desse mês.

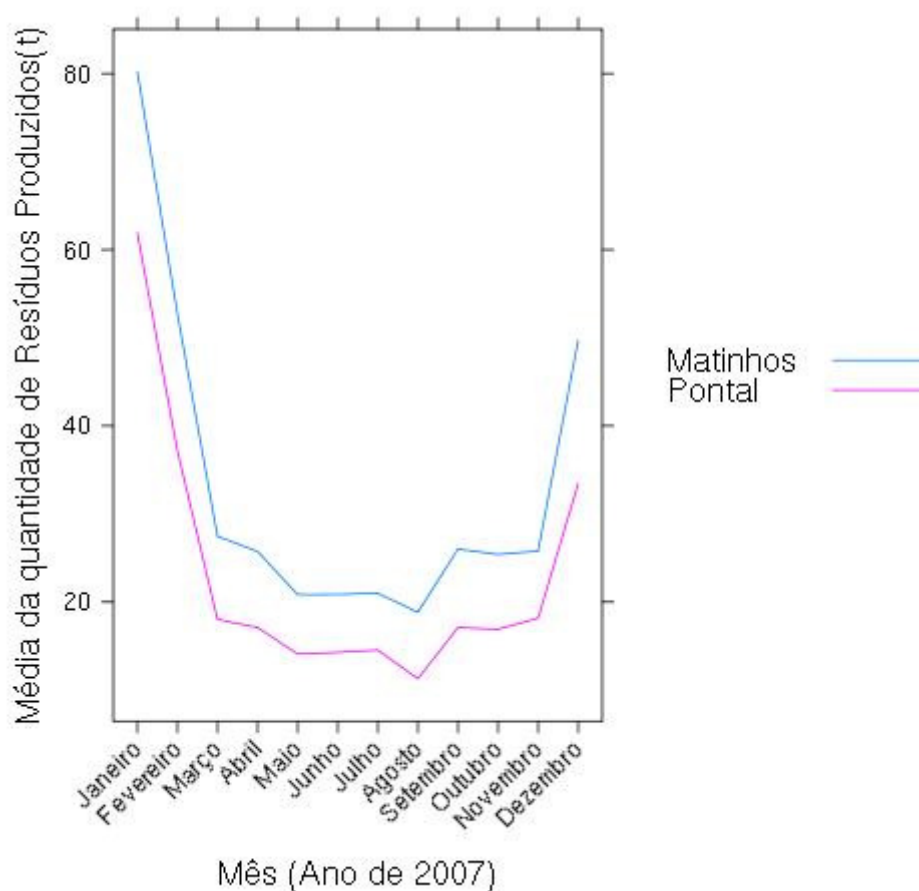


FIGURA 38 - VARIAÇÃO DA QUANTIDADE DE RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS NOS MUNICÍPIOS DE MATINHOS E PONTAL DO PARANÁ EM FUNÇÃO DOS MESES DO ANO DE 2007.

Em 2007 a variação da geração de resíduos sólidos no município de Matinhos teve os maiores picos em janeiro e de forma decrescente em relação a fevereiro (Figura 38).

Semelhante ao município de Matinhos, o município de Pontal do Paraná também apresentou os maiores picos de produção de resíduos sólidos no mês de janeiro e de forma decrescente em relação a fevereiro (Figura 38).

Considerando apenas o período de janeiro, fevereiro e março, onde se registraram grande produção de resíduos sólidos, verificam-se em Matinhos os picos maiores em janeiro, mas em fevereiro chegando a 105.360 toneladas diária, provavelmente devido ao carnaval, como já comentado.

A temporada de 2007 em Pontal do Paraná também mostrou uma variação decrescente na produção de resíduos sólidos de janeiro a março, com produção acentuada em fevereiro, provavelmente também devido ao carnaval.

Os desvios-padrão da produção de resíduos de 2007 foram 11,55, para Matinhos, e 6,01 para Pontal do Paraná (Tabela 18).

TABELA 18: DESVIO PADRÃO DA PRODUÇÃO DE RESÍDUOS DE MATINHOS E PONTAL DO PARANÁ NOS ANOS DE 2003 A 2007.

σ	2003	2004	2005	2006	2007
Matinhos	11,54991	4,828215	5,547706	-	11,54991
Pontal do Paraná	26,21732	4,121861	2,313376	-	6,01355

FONTE: CIAS (2007); O AUTOR (2008)

Em Matinhos, a produção de resíduos no ano de 2008 também seguiu o comportamento dos anos anteriores, decrescendo de janeiro a março e com um pico acentuado em fevereiro.

Em Pontal do Paraná o comportamento foi semelhante ao de Matinhos, com uma produção decrescente de janeiro a maio e um pico acentuado em fevereiro (Anexo 5) .

Analisando somente os meses de janeiro a março de 2008, nota-se que a variação na produção de resíduos sólidos, tanto para Matinhos quanto para Pontal do Paraná, foi semelhante, como já discutido anteriormente. Entre janeiro e fevereiro ambos os municípios tiveram picos de cerca de 100 toneladas, sendo que Matinhos novamente apresentou produções mais altas tanto em fevereiro quanto em março (Anexo 5).

5.2.1.4 Vazão da lagoa anaeróbia, lagoa facultativa e pluviosidade

A vazão de chorume gerado no aterro sanitário de Pontal do Paraná foi analisada para os anos de 2003, 2004, 2005 e 2007.

a) Período de 2003

A Figura 39 mostra o comportamento da vazão de chorume nas lagoas anaeróbia e facultativa no aterro sanitário, onde se verifica a presença de diversos picos localizados durante o ano. Como as duas lagoas estão interligadas (primeiro a anaeróbia e depois a facultativa), é natural que a vazão das duas seja praticamente idêntica.

A vazão máxima em 2003 se aproximou de 5 L/s, sendo o desvio-padrão da vazão de chorume anual da lagoa facultativa de 0.950414.

Os picos de vazão, observados na Figura 39 têm relação com a quantidade de resíduos sólidos depositados no aterro sanitário, mas está relacionado diretamente com a variação da pluviosidade, que ultrapassou 150 mm no verão, com o desvio-padrão anual da mesma de 6,88 (Tabela 19).

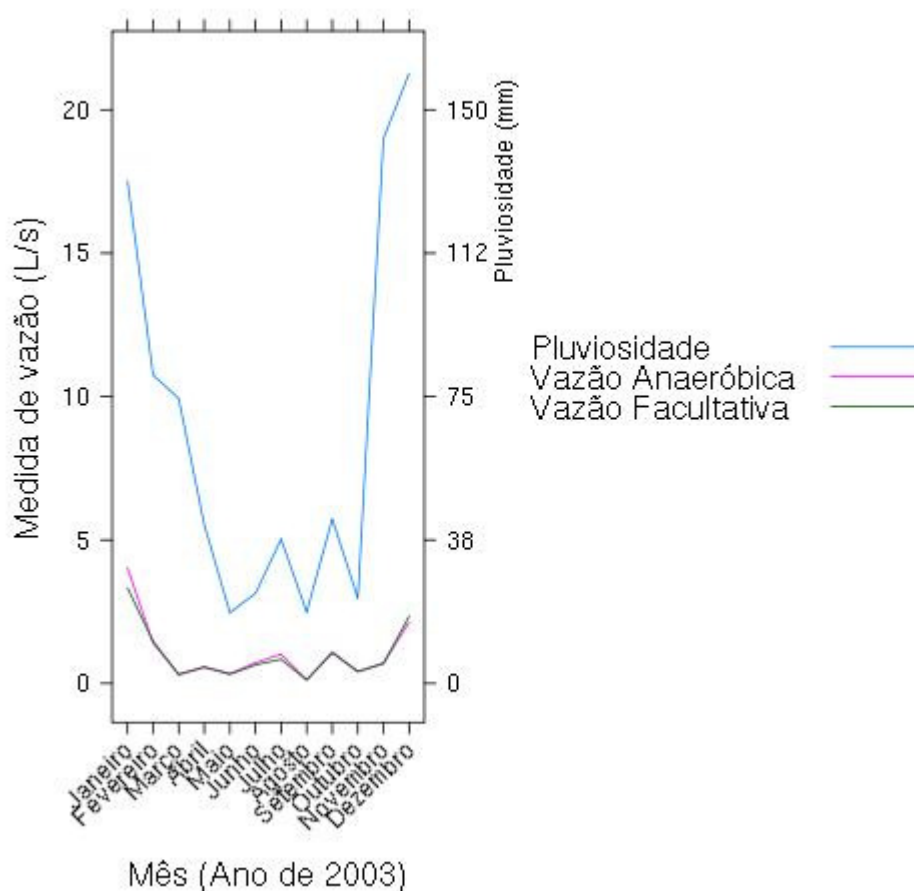


FIGURA 39– RELAÇÃO DA VARIAÇÃO DA PLUVIOSIDADE (P) EM RELAÇÃO À VAZÃO DE CHORUME NAS LAGOAS ANAERÓBICA (VA) E FACULTATIVA (VF) PARA O ANO DE 2003.

França (2007) realizando estudo no aterro controlado de Morretes, também localizado no litoral do Paraná, estimou que o mesmo produz diariamente uma alta vazão entre 2.000 e 4.226 L de chorume diariamente. Tal aterro apresenta uma área de 2.150 m² e recebe cerca de 6,0 toneladas de resíduos diárias.

b) Período de 2004

A vazão das lagoas de tratamento de chorume teve alguns pontos em comum com a produção média de resíduos. No entanto, o ponto máximo da lagoa facultativa está em dezembro e não em janeiro como a produção de resíduos. Pode-se observar um pico em março na vazão das lagoas, inclusive a maior vazão anual da lagoa anaeróbia (Figura 40). Duas causas são sugeridas: uma correlação principal com a precipitação ocorrida em março (a vazão das lagoas é proporcional à pluviosidade); e o fato de que o resíduo leva certo tempo a ser degradado e ser transformado em chorume.

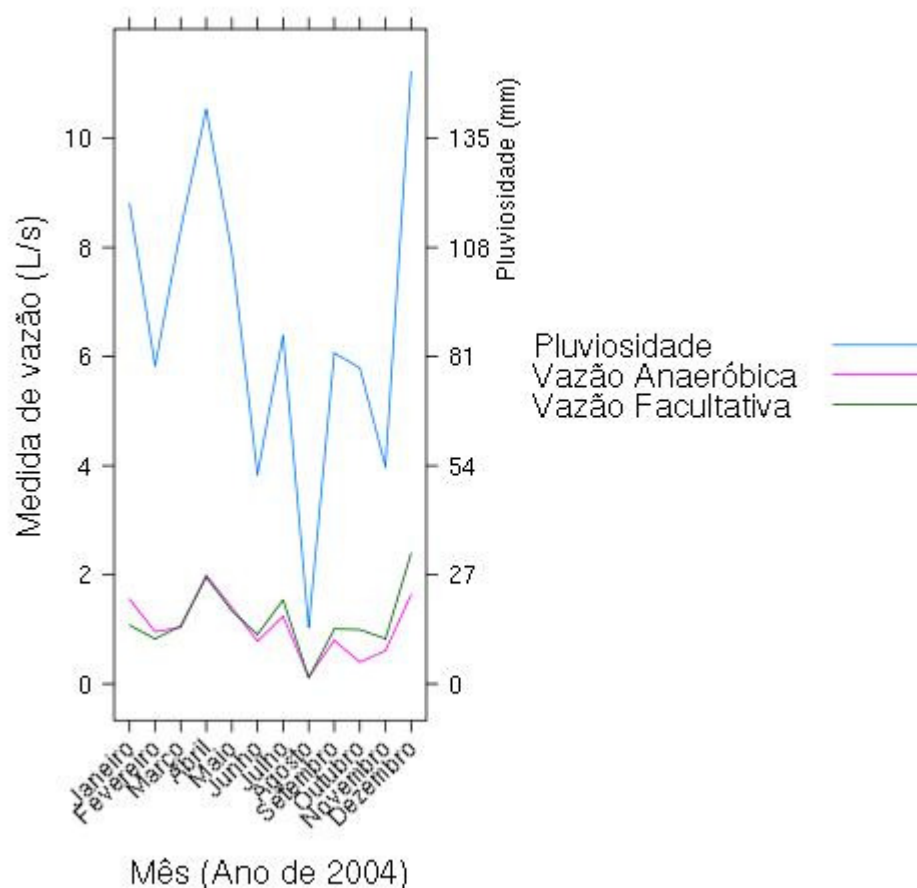


FIGURA 40 – RELAÇÃO DA VARIAÇÃO DA PLUVIOSIDADE EM RELAÇÃO A VAZÃO DE CHORUME NAS LAGOAS ANAERÓBIA E FACULTATIVA PARA O ANO DE 2004.

c) Período de 2005

Os picos de vazão, observados na Figura 41, estão relacionados diretamente com a variação da pluviosidade.

As vazões das lagoas de tratamento apresentaram correlação com a precipitação (com picos em janeiro, abril, setembro e dezembro), com máxima próxima de 5 L/s, e desvio-padrão de ambas as lagoas anaeróbia e facultativa de aproximadamente de 1,1. A produção de resíduos também apresentou grande pico em janeiro, mas como esperado não foi o principal fator de correlação com as vazões de chorume das lagoas, e sim a pluviosidade, acima de 50 mm, com desvio-padrão de 4,13 durante o ano.

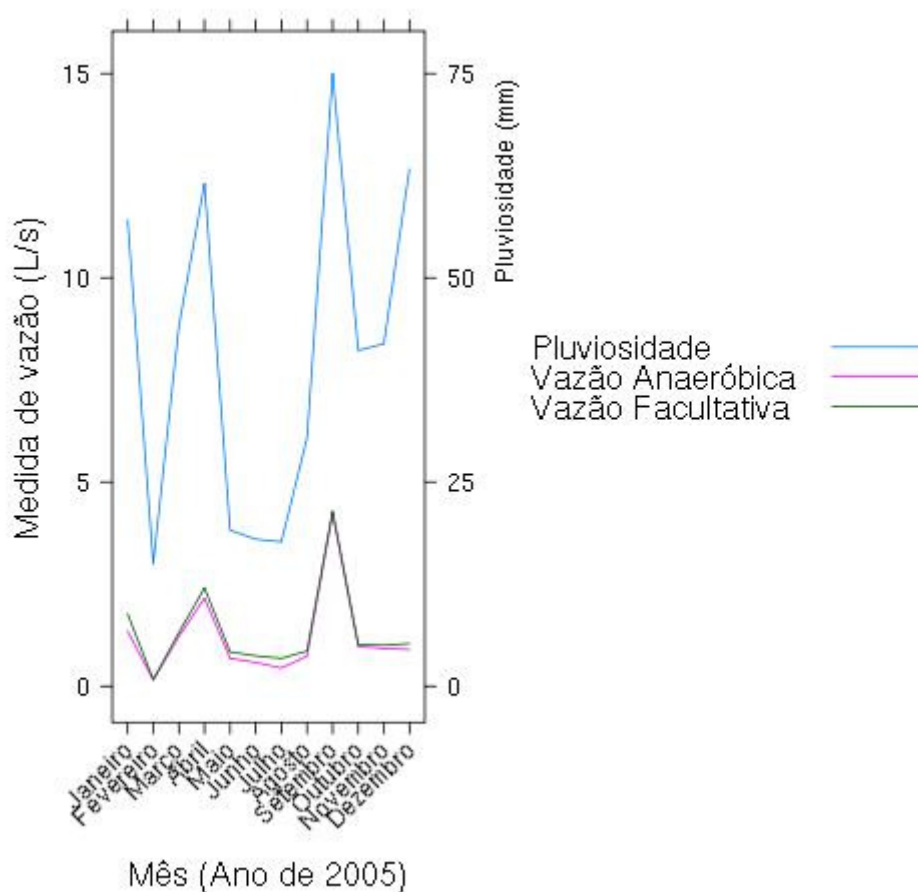


FIGURA 41 – RELAÇÃO DA VARIAÇÃO DA PLUVIOSIDADE EM RELAÇÃO A VAZÃO DE CHORUME NAS LAGOAS ANAERÓBICA E FACULTATIVA PARA O ANO DE 2005.

d) Período de 2007

No geral, a vazão das lagoas de tratamento, como esperado, teve correlação com a precipitação, cuja máxima ultrapassou 123 mm (sendo o desvio padrão anual de 6,09 como mostra a Figura 42).

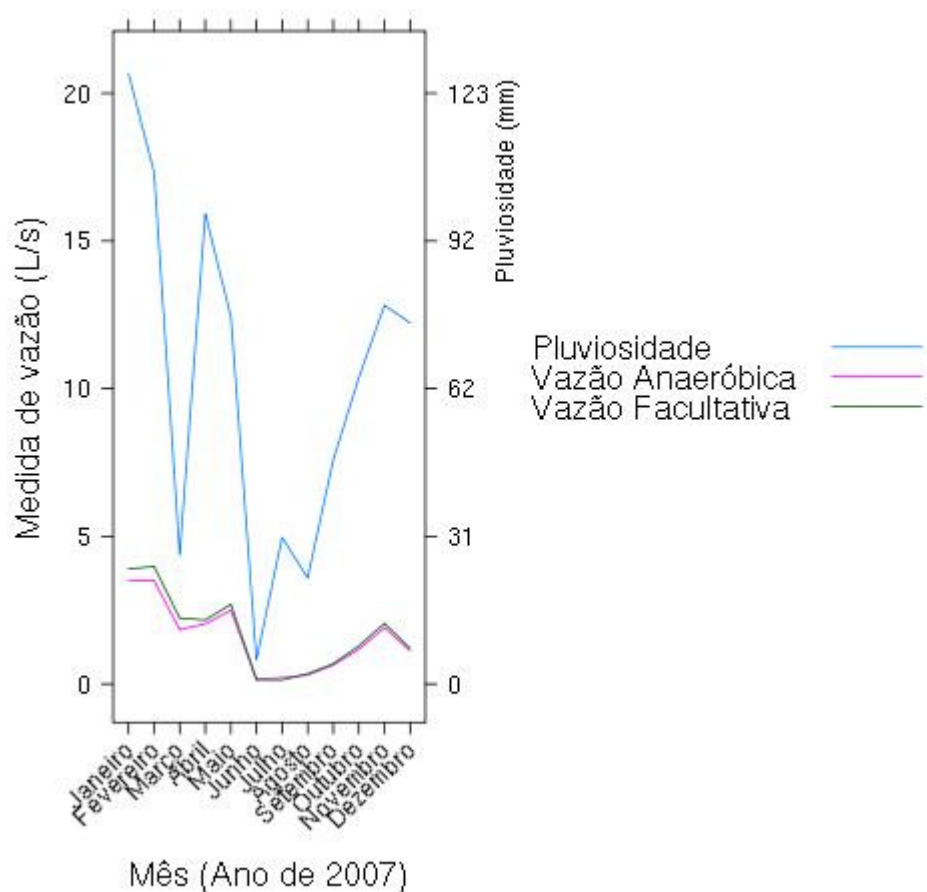


FIGURA 42 – RELAÇÃO DA VARIAÇÃO DA PLUVIOSIDADE EM RELAÇÃO A VAZÃO DE CHORUME NAS LAGOAS ANAERÓBICA E FACULTATIVA PARA O ANO DE 2007

Foram verificados picos de vazão em janeiro, maio, e curiosamente em novembro e não em dezembro. Em janeiro ocorreu a vazão máxima, próxima a 5 L/s, sendo o desvio-padrão da vazão anual de 1,18 e 1,34 das lagoas anaeróbica e facultativa, respectivamente.

TABELA 19: DESVIO PADRÃO DA PRODUÇÃO DE RESÍDUOS DE MATINHOS E PONTAL DO PARANÁ NOS ANOS DE 2003 A 2007.

σ	2003	2004	2005	2006	2007
Pluviosidade	6,881012	2,9149236	4,126437	-	6,094400
Vazão Anaeróbica	1,080945	0,5445275	1,082227	-	1,179826
Vazão Facultativa	0,950414	0,5866322	1,085230	-	1,340199

FONTE: CIAS (2007); O AUTOR (2008)

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados sugerem um potencial de poluição ambiental do chorume tratado, indicando que a lagoa de polimento pode interferir na lagoa ao lado da mesma, na condição em que foram amostrados. Tal lagoa, porém, assim como as demais lagoas no entorno, não apresentaram em geral concentrações tão altas dos nutrientes analisados.

Tal potencial de poluição pode ser verificado com os baixos percentuais de saturação de oxigênio encontrados na lagoa de polimento, indicando que o efluente (chorume) talvez não tenha sido suficientemente tratado. Os dados desta lagoa mostram teores elevados de nutrientes, mas que em geral estão dentro da proposta da Resolução CONAMA 357/05 para rios *classe II*, exceto para o fosfato (PO_4^{3-}). No que se refere aos parâmetros microbiológicos, nesta mesma lagoa, as taxas de *Escherichia coli* ou ultrapassam a proposta da Resolução ou são preocupantes.

Tanto os dados dos parâmetros físico-químicos quanto os dos microbiológicos das lagoas no entorno mostraram que os valores estão dentro do padrão da Resolução CONAMA 357/05.

Analisando o cenário da produção de resíduos sólidos nos municípios de Matinhos e Pontal do Paraná, concluiu-se que o destino destes resíduos é crítico porque o aumento acentuado na geração destes durante a alta temporada pelo turismo chega a mais de 250%, e em Pontal do Paraná, considerando o ano de 2004, este aumento foi de 93% na produção diária do município durante o ano. Como nestes municípios são extremamente escassas as áreas adequadas para implantação de aterro sanitário, é preciso que haja programas contínuos e mais efetivos de coleta seletiva e uma campanha maciça de redução da produção de resíduos sólidos, o que constitui um grande desafio para os administradores municipais e para o próprio governo do Estado do Paraná.

7 REFERÊNCIAS

ANDRETTA, L. **Influência da maré sobre o bacterioplâncton da Gamboa do Perequê, Pontal do Sul, Paraná, Brasil.** 110p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 1999.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Resíduos sólidos. 1987.

_____. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10.004.

_____. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 8.419.

Alleman, J.E. Free Ammonia-Nitrogen Calculator & Information. School of Civil Engineering Purdue University.

Disponível em:

<http://cobweb.ecn.purdue.edu/~piwc/w3-research/free-ammonia/nh3.html>.

Acesso em 26/11/2008.

ANGULO, R.J. **Morphological characterization of the tidal deltas on the coast of the state of Paraná.** Anais da Academia Brasileira de Ciências, 71:935-959.1999.

AZAM, F.; FENCHEL, T.; FIELD, J.G.; GRAY, J.S.; MEYER-REIL, L.A.; THINGSTAD, F. **The ecological role of water-column microbes in the sea.** Mar. Ecol. Prog. Ser., 10, 257-263, 1983.

BAIRD, C. **Química Ambiental.** trad. Maria Angeles Lobo Recio e Luiz Carlos Marques Carrera. 2ª ed. Bookman. Porto Alegre, 2002.

BARROS, S.R.S.; FRIGGO, C. **Abordagem Participativa e Interdisciplinaridade no Gerenciamento Integrado da Zona Costeira: Estudo de Caso no Município de Saquarema.** 2004.

Disponível em:

<http://www.ebape.fgv.br/radma/doc/SMA/SMA-014.pdf>. Acesso em: 1 abr. 2007.

BELI, E.; NALDONI, C.E.P.; OLIVEIRA, A.C.; SALES, M.A.; SIQUEIRA, M.S.M.; MEDEIROS, G.A; HUSSAR, G.J.; REIS, F.A.G.V. **Recuperação da Área Degrada pelo Lixão Areia Branca de Espírito Santo do Pinhal – SP.**

Eng. ambient. - Espírito Santo do Pinhal, v. 2, n. 1, p. 135-148, jan/dez 2005.

BOUROCHE, J.M.; SAPORTA, G. **Análise de dados.** Zahar. Rio de Janeiro, 1982.

BRITO-PELEGRI, N.N. de; PELEGRI, R.T.; PATERNIANI, J.E.S. **Caracterização Física, Química e Biológica do Percolado do Aterro Sanitário da Cidade de Limeira –SP.** Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal, v. 4, n. 1, p. 054-066, jan/jun 2007.

BJØRNSSEN, P. K.; KUPARINEN, A. **Determination of bacterioplankton biomass, net production and growth efficiency in the southern ocean.** Mar. Ecol. Prog. Ser. 71: 185-194. *In*: Delile, D. ; Fiala, M. & Razouls. S. 1996. Seasonal changes in bacterial and phytoplankton biomass in a subantarctic coastal area (Kerguelen Islands). Hydrobiologia, v. 330, p. 143-150. Hague, 1991.

CAMPOS, A. CO. SANTOS-PEREIRA, S.; PEREIRA, J.R.; SANTOS, C. D.; AQUINO-SILVA, M. R.; GIRARDI, L.; FIORINI, M. P. **Comportamento ecolimnológico em cava de extração de areia abandonada.** IX Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e V Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba.

CARLEY, B.N. ; MAVINIC, D.S. **The effects of external carbon loading on nitrification and denitrification of a high-ammonia landfill leachate.** Research Journal of the Water Pollution Control Federation ; Vol/Issue: 63:1. 1991.

CASAGRANDE, E. **Avaliação da Eficiência de Rochas de Arenito como Meio Filtrante em Filtros Anaeróbios para Tratamento de Chorume.** 76 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais). Universidade do Extremo Sul Catarinense, Crisciúma, 2006.

CASTILHOS JR., A. B. **Resíduos sólidos urbanos: aterros sustentáveis para municípios de pequeno porte.** Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. p. 3-7, Rio de Janeiro, 2003.

CAVALCANTI, P.F., HAANDEL, A. van., K, M.T., SPERLING, M. von., LUDUVIC, M.L., MONTEGGIA, L.O. **Pós – tratamento de efluentes anaeróbios por lagoas de polimento.** ABES. 2002.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental.
NT L 5201. Bactérias Heterotróficas Contagem em Placas. 1996.

CHEIDA, L.E. Quando a água está boa? **Quando o mar está pra peixe.** Curitiba, 2007.

Disponível em:

http://www.bandpenorio.com.br/pages/index_artigos.asp?id=33. Acesso em: 3 mar. 2007.

CIAS – **Relatórios mensais.** Consórcio Intermunicipal Aterro Sanitário. Portal do Paraná, 2007.

CLARK, K. R.; WARWICH, R. M. **Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation.** UK: Natural Environment Research Council, 144 p. 1994.

CHRISTENSEN et al. Applied Geochemistry. vol. 16, Issues 7-8, June 2001, Pages 659-718. 2001.

CUNHA, A.G. **Avaliação da Qualidade da Água de uma Pequena Bacia Costeira na Zona Mediterrânea.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental). UFPR. Curitiba, 2002.

D'ALMEIDA, M.L.O.; VILHENA, A. Coordenadores. **Lixo: Manual de Gerenciamento Integrado**. IPT / CEMPRE. São Paulo, 2000.

DELILE, D.; FIALA, M.; RAZOULS. S. **Seasonal changes in bacterial and phytoplankton biomass in a subantarctic coastal area, Kerguelen Islands**. Hydrobiologia, v. 330, p.143-150. 1996.

DIAS, N.C. **Caracterização e Tratamento do Percolado do Aterro Sanitário da Caximba (Curitiba – PR)**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental). PUC-PR. Curitiba, 2006.

DUCCINI - SANTOS, C.; JUNQUEIRA, M. P.; AQUINO - SILVA, M.R.; LOPES, K. A. R.; GIRARDI, L.; FIORINI, M.P. **Caracterização Limnológica de Uma Lagoa de Mineração, São José dos Campos, SP**. Bacia Sedimentar do Rio Paraíba do Sul entre Jacareí e São José dos Campos, 2006.

EATON, A.D.; GREENBERG, A. *In: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Washington: APHA.1995.

FARJALLA, V. F., ENRICH-PRAST, A., ESTEVES, F. A.; CIMBLERIS, A. C.P. **Bacterial Growth and doc consumption in a tropical coastal lagoon**. Braz. J. Biol., 66(2A): 383-392, 2006.

FERNANDES, L. F.; BRANDINI, F. P. **Comunidades microplanctônicas no Oceano Atlântico Sul Ocidental: biomassa e distribuição em novembro de 1992**. Rev. Bras. Oceanogr. V. 47, n.2: 189-205. 1999.

FIORINI, M. P.; GUILHERME; Aquino – Silva, M. R.; GIRADI, L.; VAL, L.A. **Caracterização Limnológica de Lagoas de Mineração no Vale do Paraíba, SP – Brazil**. São José dos Campos, 2003.

FRANÇA, M. L. S. **Estudo dos Impactos Ambientais Gerados pelo Chorume de Aterro Controlado de Morretes – PR**. 124p. Dissertação (mestrado profissional em Gestão Ambiental). UNICEMP. Curitiba, 2003.

GRASSHOFF, K.; EHRHARDT, M.; KREMLING, K. **Methods of seawater analysis**. 2.ed., Verlag Chemie. Weinheim, 1983. 419p.

GREENBERG, A. E.; CLESCERI, L. S. E. and EATON, A. D. **Standard methods for the examination of water and waste water**. 20th ed. APHA. Washington, 1998.1268 p.

IBGE. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2000**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

Disponível em:

www.ibge.gov.br. Acesso em 5/03/2007.

_____ **Censo populacional**.

www.ibge.gov.br/home/estatistica/censo/2000. Acessado em 10/07/2008.

INSTITUTO HYOGO. **Sistema de Tratamento de Chorume Aterro Sanitário – CIAS**. Instituto de Economia e Tecnologia Paraná Hyogo.

JOLY, C. A.; MARTINELLI, L. A. Composição florística, estrutura e funcionamento da Floresta Ombrófila Densa dos Núcleos Picinguaba e Santa Virgínia do Parque Estadual da Serra do Mar. Projeto Temático. São Paulo, 2004.

Disponível em:

http://www.ib.unicamp.br/destaques/biota/gradiente_funcional/Projeto%20Completo.pdf. Acesso em 14 jun. 2007.

JONES, D.L.; WILLIAMSON, K. L.; OWEN, A. G. **Phytorremediation of landfill leachate**. Waste Management, v. 26, p. 825-837. 2005.

KOLM, H.E.; GIAMBERARDINO FILHO, R.E.; KORMAN, M.C. **Spatial distribution and temporal variability of heterotrophic bacteria in the sediments of Paranaguá and Antonina Bays, Paraná, Brazil**. *Rev.Microbiol.*, 28, 230-238, 1997.

KOLM, H. E.; ANDRETTA, L. **Bacterioplankton in Different Tides of the Perequê Tidal Creek, Pontal do Sul, Paraná, Brazil.** Brazilian Journal of Microbiology, v. 34, p.97-103. 2003.

KOLM et al (2002)

LANA, P. C. (Org.); BIANCHINI, A. (Org.); RIBEIRO, C. (Org.); NIENCHESKI, L. F. H. (Org.); FILLMANN, G. (Org.); SANTOS, C. S. G. (Org.) . **Avaliação ambiental de estuários brasileiros: aspectos metodológicos.** 1. ed. v. 1. 156 p. Museu Nacional. Rio de Janeiro, 2006.

LEGENDRE, L. LEGENDRE, P. **Numerical Ecology.** Elsevier Scientific. Publ. Company. Amsterdam-Oxford-New York: 217p. 1983.

LUDWIG, J. A.; REYNOLDS, J. F. **Statistical ecology. A primer methods and computing.** John Wiley & Sons. 337p.1988.

GONZALEZ, A.M., PARANHOS, R. LUTTERBACH, M.S. **Heterotrophic Bacteria Abundances in Rodrigo de Freitas Lagoon (Rio de Janeiro, Brazil).**

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Gerenciamento Costeiro. O Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro.** Introdução. Brasília, 2003.

Disponível em:

<http://www.mma.gov.br/port/sqa/projeto/gerco/planocac.html>.

Acesso em 3 de abril de 2007.

MONTEIRO, V.E.D. **Análises Físicas, Químicas e Biológicas no Estudo do Comportamento do Aterro Sanitário da Muribeca.** Tese (Doutorado em Engenharia Civil) UFPE. Recife. 232p. 2003.

MORAES, P. B.; BERTAZZOLI, R. **Degradação fotoeletroquímica de chorume de lixo gerado em aterros sanitários.** In: Workshop Brasil-Japão, 3. CORI – UNICAMP. Campinas:, 24p. 2005.

Disponível em:

<http://www.cori.rei.unicamp.br/BrasilJapao3/Trabalhos2005/>. Acesso em: 5 mai. 2007.

MOREIRA, A.A. **Recuperação de Áreas Degradadas: Avaliação Preliminar de Reflorestamento em Cavas de Areia**. Trabalho de Conclusão de Curso (Faculdade de Educação) 52p. Universidade Vale do Paraíba do Sul. São José dos Campos, 2005.

NAGALLI, A. **Diagnóstico e Avaliação dos Impactos Ambientais de Aterros de Disposição de Resíduos no Estado do Paraná – Estudo de Caso dos Municípios de Jacarezinho e Barra do Jacaré**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental). UFPR. 168p. Curitiba, 2005.

NIENCHESKI, L.F.H.; BAUMGARTEN, M.da G.Z.; WALLNER-KERSANACH, M. **Caracterização Ambiental: Hidroquímica e Sedimentologia**. In: Avaliação ambiental de estuários brasileiros: aspectos metodológicos. 1. ed. v. 1. 156 p. Museu Nacional. Rio de Janeiro, 2007.

NORTH, J.C., FREW, R.D., PEAKE, B.M. **The use of carbon and nitrogen isotope ratios to identify landfill leachate contamination: Green Island Landfill, Dunedin, New Zealand**. Environment International. v.30 (5). p.631-637. 2004.

PACHECO, J. R. **Estudo de Certas Potencialidades de Processos Oxidativos Avançados para o Tratamento de Percolado de Aterro Sanitário**. 81p. Dissertação (mestrado em Química Analítica) – Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2004.

PARSONS, T. R.; MAITA, Y.; LALLI, C. M. **Direct Counting of Bacteria by Fluorescence Microscopy**. In: A Manual of Chemical and Biological Methods for Seawater Analysis. Ed. Pergamon Press. 173p. 1984.

PASSOS, E. de A., SANTOS, D.B., BEZERRA, D.S.S., GARCIA, C.A.B., COSTA, A.C.S., ALVES, J. do P. H. **Impacto de “Aterro sanitário” sobre a água e sedimento Carrapato – Estância – SE.** 2006.

PETRUCIO, M.M. **Produtividade bacterioplanctônica e fitoplanctônica nos ecossistemas aquáticos do trecho médio da bacia do Rio Doce-MG.** Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais). UFSCAR. 2003.

PREUSSLER, K. H. **Avaliação da eficiência de uma área alagável natural adotada no Aterro Sanitário de Guaratuba, PR, Brasil, para o pós-tratamento de chorume.** Dissertação (mestrado profissional em Gestão Ambiental). UNICEMP. Curitiba. 2008.

RASSOLIN, P. **Proposta de um modelo de manejo de resíduos sólidos no litoral paranaense: Estudo de caso Consórcio Intermunicipal Aterro Sanitário.** Monografia (Graduação em Ciências Biológicas). UFPR. Curitiba. 2002.

RESOLUÇÃO CONAMA 357.

Disponível em: www.mma.gov.br.

Acesso em: 10 jun.2007.

ROSSO, T. C. de A.; CIRILO, J. A. **Water Resources Management and Coastal Ecosystems: Overview of the Current Situation in Brazil.** Littoral. The Changing Coast. EUROCOAST / EUCC. Ed. EUROCOAST. Porto. 2002.

Disponível em:

http://www.iowarnemuende.de/homepages/schernewski/Littoral2000/docs/vol1/Littoral_2002_26.pdf. Acesso em: 15 de março de 2007.

ROCHA, L.C.R. da; HORBE, A.M.C. **Contaminação provocada por um depósito aquífero Alter do Chão em Manaus – AM.** Acta Amazônica. 36(3): 307–312. 2006.

RUSSEL, J.B. **Química Geral.** Vol.1. 2ª ed. McGraw Hill. São Paulo. 1994.

SISINNO, C.L.S.; MOREIRA, J.C. **Avaliação da contaminação e poluição ambiental na área de influência do aterro controlado do Morro do Céu, Niterói, Brasil.** Cad. Saúde Públ.12(4):515-523, out-dez, Rio de Janeiro, 1996.
SPENGLER, A., WALLNER-KERSANACH, M.; BAUMGARTEN¹, M.G.Z.

Rio Grande municipal dump site impact in the estuary of the Patos Lagoon (RS, Brazil). Acta Limnol. Bras. 19(2):197-210. 2007.

STRICKLAND, J. L. H.; PARSONS, T. R. A. **Practical Handbook of Sea water Analysis.**1999.

STRICKLAND, J. L. H.; PARSONS, T. R. **A practical handbook of sea water analysis.** Bull. Fish Res., Board Can. 311pp.1972.

STRIEBEL, T.; SCHÄFER, W.; PEIFFER, S. **How does landfill leachate affect the chemical processes in a lake system downgradient from a landfill site?** Aquatic Sciences, Basel, 53(4).1991.

SOUZA, M.C. **Estratigrafia e Evolução das Barreiras Holocênicas Paranaenses, Sul do Brasil.** Tese (Doutorado em Geologia) – UFPR. Curitiba. 99p. 2005.

SUDHERSA. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Plano de Desenvolvimento Integrado de Pontal do Paraná - Diagnóstico Físico Territorial.** Relatório Técnico. Curitiba. 2004.

TARTARI, L.C. **Avaliação do Processo de Tratamento do Chorume do Aterro Sanitário de Novo Hamburgo.** Dissertação (Mestrado em Engenharia – Energia, Meio Ambiente e Materiais) - Universidade Luterana do Brasil. 2003.

UNESCO – International Oceanographic Tables. v 2. 141+XVI p. 1973.

VIEIRA, G. A. **Avaliação limnológica (período seco / chuvoso) com enfoque para recuperação de áreas degradadas.** Trabalho de graduação (Universidade do Vale do Paraíba – SP). São José dos Campos. 52p. 2004.

VON SPERLING, M. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias.** Volume3, Lagoas de estabilização. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental–DESA. UFMG. 134p. 1996.

VON SPERLING, M. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias.** Volume 1, Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 2ª ed. Belo Horizonte.1996.

VON SPERLING, M. JARDIM, F.A. GRANDCHAMP, A.P. **Qualidade da água durante a formação de lagos profundos em cavas de mineração: estudo do caso do Lago de Águas Claras – MG.** Eng. Sanit. Ambient. v. 9(3). Rio de Janeiro. Jul./set. 2004.

ZANTA, V.M.; FERREIRA, C.F.A. **Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos.**

APÊNDICES

Estação	Hora	Temp	pH	OD	OD	DBO	SESTON	MOP	CT	EC	BHT	BB	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	NH ₃	PO ₃ ⁻⁴
		Cº		mg.L ⁻¹	%	mg.L ⁻¹	mg.L ⁻¹	mg.C.L ⁻¹	NMP.100mL ⁻¹	NMP.100mL ⁻¹	cel.mL ⁻¹ x 10 ³	µgC.L ⁻¹	mg.L ⁻¹	mg.L ⁻¹	mg.L ⁻¹	mg.L ⁻¹	mg.L ⁻¹
Lagoa de polimento Saída	9:00																
1A		19,5	7,87	X	X	X	200,8	42,60	>48,392	292	12,900	616,21	0,828	3,107	2,733	0,0754	3,60
1B		19,0	7,87	2,357	25,44	X	241,5	37,70	>48,392	264	7,219	409,52	0,998	3,583	2,815	0,0749	2,993
1C		21,0	7,9	X	0,0	X	223,15	24,96	>48,392	244	4,605	156,70	1,04	3,044	2,478	0,0813	3,430
média		19,83	7,88				221,78	35,09	>48,392	266,66	8,241	394,13	0,955	3,245	2,676	0,0772	3,341
Lagoa de polimento Entrada	10:00																
2A		20,0	7,99	2,38	26,11	X	263,3	62,80	>48,392	426	6,800	304,44	0,748	2,830	2,733	0,1021	2,401
2B		20,5	7,79	X	X	X	297,50	74,57	>48,392	238	5,531	197,54	0,810	2,931	2,441	0,0604	2,847
2C		21,0	7,76	2,82	31,64	X	335,30	59,00	>48,392	296	10,203	459,02	0,597	2,180	0,765	0,0183	3,153
média		20,33		2,6	28,88		298,69	65,44	>48,392	320,0	7,511	320,33	0,719	2,647	1,980	0,0603	2,800
2ª lagoa (vizinha)	11:40																
3A		23,0	6,46	4,84	56,59	6,45	0,041	0,00053	2,755	173	169	4,55	0,043	1,018	0,751	0,0010	0,0780
3B		22,0	6,38	4,62	52,82	6,14	0,047	0,0064	3,076	120	276	14,00	0,045	1,024	0,791	0,0008	0,083
3C		23,0	6,39	4,83	56,41	6,43	0,038	0,0038	3,255	131	422	12,04	0,042	1,034	0,690	0,0008	0,036
média		22,83		4,77	55,27	6,34	0,041	0,0036	3,029	141,33	289	10,19	0,044	1,025	0,744	0,0009	0,066
4ª lagoa	13:00																
4A		20,0	6,05	7,49	82,44	9,96	0,045	0,0057	547,5	20,9	200	11,76	0,018	0,469	0,205	0,00009	0,015
4B		21,0	5,91	8,08	90,74	10,76	0,044	0,0045	579,4	17,7	179	8,8	0,017	0,471	0,173	0,00006	0,023
4C		20,0	5,94	7,78	85,66	10,35	0,065	0,024	261,3	7,3	321	13,22	0,020	0,467	0,199	0,00007	0,021
média		20,33		7,79	86,28	10,35	0,051	0,0114	463,0	15,3	233,33	11,26	0,019	0,469	0,193	0,00007	0,020
5ª lagoa	13:45																
5A		19,0	3,88	8,29	89,40	11,01	0,109	0,05	1,179,5	274	45	1,00	0,031	0,104	0,030	0,00000	0,024
5B		20,0	3,77	8,52	93,78	11,33	0,138	0,06	666,5	288	32	1,37	0,032	0,146	0,026	0,00000	0,015
5C		19,5	3,81	8,4	90,66	11,17	0,122	0,0457	994,5	129,5	105	3,38	0,035	0,098	0,031	0,00000	0,017
média		19,5		8,4	91,28	11,17	0,123	0,051	830,5	230,5	60,67	1,91	0,033	0,116	0,029	0,00	0,019
Vazão chorume 6 dias antes	0,175L/s																
Precipitação 6 dias antes	0,0 mm																

ANEXOS

mês2003	Temp (C°)	Pluvio (mm)	Matinhos_resíduos (kg)	Pontal_resíduos (kg)	ilha do mel	ecovia	va_ana	va_fac	mês2003	Temp (C°)	Pluvio (mm)	Matinhos_resíduos (kg)	Pontal_resíduos (kg)	ilha do mel	ecovia	va_ana	va_fac
1	1	25	0	-	-	-	0,08	0,07	3	1	32	0	-	-	-	0,1	0,1
1	2	24	6	-	-	-	0,05	0,06	3	2	31	0	-	-	-	0,1	0,1
1	3	20	6	-	-	-	0,1	0,15	3	3	31	0	-	-	-	0,02	0,01
1	4	21	150	-	-	-	12	15	3	4	30	0	-	-	-	0,01	0,01
1	5	29	15	-	-	-	10	14	3	5	22	75	-	-	-	0,65	0,56
1	6	25	0	-	-	-	4	4,5	3	6	29	10	-	-	-	0,5	0,48
1	7	25	0	-	-	-	1,5	2	3	7	26	0	-	-	-	0,3	0,2
1	8	25,5	0	-	-	-	1	1,1	3	8	22	75	-	-	-	0,7	0,65
1	9	25	0	-	-	-	0,6	0,5	3	9	28	10	-	-	-	0,3	0,3
1	10	26	0	-	-	-	0,1	0,1	3	10	28,5	10	-	-	-	0,25	0,25
1	11	25	100	-	-	-	9	10	3	11	26,5	2	16.581	9.555	-	0,15	0,13
1	12	24	0	-	-	-	5	5,5	3	12	28	0	28.342	11.865	-	0,7	0,6
1	13	22	0	-	-	-	1,5	2	3	13	35	0	16.413	13.560	-	0,1	0,1
1	14	20	35	-	-	-	0,9	0,7	3	14	21	65	72.79	13.290	-	0,6	0,54
1	15	22	10	-	-	-	1	0,9	3	15	33	10	17.905	15.675	-	0,4	0,4
1	16	20	42	-	-	-	40,5	6	3	16	35	0	3.361	0	-	0,1	0,1
1	17	25	0	-	-	-	2,5	3,5	3	17	22	10	48.772	17.060	-	1,1	0,9
1	18	26	0	-	-	-	1	2	3	18	20	6	21.068	23.445	-	1,0	0,8
1	19	24	20	-	-	-	0,7	0,9	3	19	30	0	18.219	9.485	-	0,2	0,25
1	20	30	0	-	-	-	0,3	0,35	3	20	29	0	16.580	11.120	-	0,25	0,24
1	21	27	3	-	-	-	0,1	0,12	3	21	21	0	20.396	9.270	-	0,15	0,13
1	22	22,5	0	-	-	-	0,05	0,06	3	22	23	20	16.527	13.810	-	0,1	0,09
1	23	22	19	-	-	-	0,9	0,8	3	23	24	0	618	0	-	0,4	0,35
1	24	21	12	-	-	-	5	3	3	24	28,5	0	40.914	16.700	-	0,35	0,3
1	25	20	12	-	-	-	5,3	4	3	25	25	0	18.285	18.910	-	0,15	0,12
1	26	21	25	-	-	-	5,5	6	3	26	23	0	10.736	3.750	-	0,1	0,09
1	27	21	58	-	-	-	6	7	3	27	23	9	14.692	9.930	-	0,1	0,9
1	28	21	30	-	-	-	6,5	7,5	3	28	23	0	19.313	9.160	-	0,2	0,25
1	29	24	0	-	-	-	2,5	3,5	3	29	23	6	11.024	13.350	-	1	0,2
1	30	24	0	-	-	-	0,7	1,1	3	30	39	0	1.125	0	-	0,03	0,02
1	31	23,5	0	-	-	-	0,4	0,7	3	31	21	0	14.931	13.645	-	0,02	0,02
2	1	24	0	-	-	-	0,2	0,3	4	1	23	0	27.915	16.295	-	0,02	0,03
2	2	29	0	-	-	-	0,1	0,12	4	2	21	60	17.690	7.265	-	0,09	0,09
2	3	22	0	-	-	-	0,02	0,03	4	3	19	12	15.485	9.275	-	2,8	2,6
2	4	28	0	-	-	-	0,01	0,015	4	4	18	10	17.740	14.265	-	2,4	2,1
2	5	27,5	0	-	-	-	0,01	0,01	4	5	26	3	15.920	12.755	-	1	1
2	6	30	0	-	-	-	0,005	0,005	4	6	25	0	1.240	0	-	0,4	0,35
2	7	24	0	-	-	-	0,001	0	4	7	18	6	24.390	13.840	-	0,35	0,3
2	8	26	0	-	-	-	0,001	0	4	8	21	0	23.400	17.830	-	0,2	0,15
2	9	25	0	-	-	-	0,001	0	4	9	20	0	14.715	7.570	-	1	1
2	10	22	4	-	-	-	0,002	0	4	10	19	0	12.920	9.070	-	0,2	0,08
2	11	26	6	-	-	-	0,002	0	4	11	21	8	15.300	8.050	-	0,3	0,15
2	12	23	0	-	-	-	0,01	0	4	12	21	0	12.140	12.175	-	0,25	0,1
2	13	22	0	-	-	-	0,01	0	4	13	24	0	635	0	-	0,15	0,1
2	14	20	38	-	-	-	0,8	0,9	4	14	16	3	20.480	12.715	-	0,16	0,12
2	15	22	0	-	-	-	0,7	0,8	4	15	20	10	20.835	17.530	-	0,25	0,22
2	16	30	0	-	-	-	0,3	0,35	4	16	23	0	17.065	7.695	-	0,15	0,19
2	17	23	45	-	-	-	1,3	1,4	4	17	29	0	15.820	13.855	-	0,1	0,12
2	18	32	0	-	-	-	0,6	0,7	4	18	28	0	24.390	13.910	-	0,08	0,1
2	19	28	80	-	-	-	7,5	7,8	4	19	20	35	20.410	20.630	-	2,5	3
2	20	33	0	-	-	-	4	3,9	4	20	27	15	40.930	10.350	-	1,8	1,6
2	21	29	0	-	-	-	2	2	4	21	17,5	0	39.830	28.455	-	1,2	1,3
2	22	20	55	-	-	-	6,5	7	4	22	21	2	16.715	30.825	-	0,8	1
2	23	24,5	35	-	-	-	6	6,5	4	23	24	2	31.440	18.060	-	0,45	0,4
2	24	32	20	-	-	-	5	5	4	24	22	0	15.660	10.520	-	0,25	0,28
2	25	33	0	-	-	-	1	1,2	4	25	28,5	0	17.480	9.160	-	0,12	0,2
2	26	30	18	-	-	-	2,5	2,6	4	26	22	0	14.440	11.855	-	0,1	0,12
2	27	33	0	-	-	-	0,4	0,3	4	27	27	0	910	0	-	0,08	0,09
2	28	37	0	-	-	-	0,3	0,2	4	28	22	0	21.435	12.965	-	0,06	0,06
									4	29	22	0	20.120	15.890	-	0,03	0,03
									4	30	22,5	0	14.780	8.090	-	0,02	0,02

Anexo 1: Dados do cenário da produção de resíduos e da vazão de chorume do ano de 2003 do aterro sanitário de Pontal do Paraná. Fonte: CIAS (2007/2008) - continuação

mês2003	dia	Temp (C°)	Pluvio (mm)	Matinhos_resíduos (kg)	Pontal_resíduos (kg)	ilha do mel	ecovia	va_ana	va_fac	mês2003	dia	Temp (C°)	Pluvio (mm)	Matinhos_resíduos (kg)	Pontal_resíduos (kg)	ilha do mel	ecovia	va_ana	va_fac
5	1	19	3	15.510		-	-	0,03	0,035	7	1	13	0	17.635	12.310	-	-	0,01	0,01
5	2	17	18	18.535	11.100	-	-	0,7	0,5	7	2	14	0	13.365	6.900	-	-	0,01	0
5	3	14,5	6	16.180	23.020	-	-	0,5	0,4	7	3	14,5	0	11.325	8.110	-	-	0,01	0
5	4	18	0	18.355	0	-	-	0,5	0,7	7	4	10,5	0	14.775	7.060	-	-	0,01	0
5	5	16	5	15.860	17.180	-	-	0,4	0,5	7	5	8	0	13.580	9.240	-	-	0,01	0
5	6	13	0	17.675	19.285	-	-	0,25	0,35	7	6	13	0	1.490	0	-	-	0,01	0
5	7	15	0	12.340	7.065	-	-	0,15	0,17	7	7	15	76	24.605	14.540	-	-	7	6,2
5	8	21	0	11.785	7.675	-	-	0,1	0,12	7	8	16	10	19.775	16.040	-	-	5	4,3
5	9	18	0	13.565	7.600	-	-	0,08	0,1	7	9	13	0	15.910	8.005	-	-	3	2,8
5	10	18	0	13.130	9.330	-	-	0,05	0,06	7	10	11	15	13.815	6.575	-	-	3,2	3
5	11	29	0	660	0	-	-	0,04	0,05	7	11	9	15	15.925	7.805	-	-	3,1	2,1
5	12	20	0	19.210	11.635	-	-	0,02	0,03	7	12	5	0	13.330	10.475	-	-	2	1,3
5	13	17	5	18.225	13.450	-	-	0,21	0,02	7	13	7	0	1.665	0	-	-	1,2	1
5	14	17,5	9	12.695	6.640	-	-	1,3	1,1	7	14	11	0	0	12.795	-	-	0,4	0,3
5	15	19	22	13.875	8.995	-	-	2,26	2	7	15	16	15	18.560	14.065	-	-	0,65	0,6
5	16	21	0	17.570	9.655	-	-	1,9	1,8	7	16	15	8	17.420	8.015	-	-	1	0,9
5	17	21	0	13.380	12.545	-	-	0,5	0,4	7	17	12	5	16.425	10.750	-	-	1,2	1
5	18	18	0	1.300	0	-	-	0,3	0,2	7	18	11	0	13.020	10.340	-	-	0,9	0,7
5	19	17,5	0	27.445	13.570	-	-	0,1	0,12	7	19	13	0	17.900	12.325	-	-	0,6	0,4
5	20	15	0	15.630	15.110	-	-	0,1	0,1	7	20	14	0	18.930	0	-	-	0,3	0,2
5	21	17	0	15.280	10.315	-	-	0,07	0,08	7	21	13	0	1.560	15.655	-	-	0,28	0,18
5	22	18	0	12.550	7.540	-	-	0,06	0,07	7	22	13	0	25.480	19.650	-	-	0,25	0,15
5	23	17	0	14.110	7.640	-	-	0,05	0,06	7	23	16	0	15.960	9.765	-	-	0,2	0,1
5	24	18	6	13.640	17.225	-	-	0,3	0,4	7	24	14	0	21.220	11.165	-	-	0,1	0,07
5	25	24	0	350	0	-	-	0,15	0,2	7	25	15	0	14.675	10.635	-	-	0,1	0,07
5	26	6	0	18.035	12.925	-	-	0,01	0,01	7	26	16	0	17.520	13.075	-	-	0,08	0,05
5	27	6	0	17.715	11.245	-	-	0,01	0	7	27	16	10	15.780	0	-	-	0,12	0,1
5	28	8	0	13.030	9.100	-	-	0,01	0	7	28	15,5	2	1.105	14.885	-	-	0,2	0,18
5	29	9	0	9.885	7.555	-	-	0,01	0	7	29	16	0	24.175	16.820	-	-	0,18	0,15
5	30	9	0	13.860	7.235	-	-	0	0	7	30	16	0	19.880	6.385	-	-	0,15	0,1
5	31	12		13.355	8.000	-	-			7	31	17	0	15.635	8.740	-	-	0,1	0,07
6	1	13	0	815	855	-	-	0	0	8	1	15,5	0	13.340	7.370	-	-	0,05	0,04
6	2	15	0	20.120	12.955	-	-	0	0	8	2	15	0	14.190	10.020	-	-	0,03	0,03
6	3	18,5	0	18.150	14.680	-	-	0	0	8	3	20	0	1.070	0	-	-	0,02	0,02
6	4	15	3	18.150	9.465	-	-	0	0	8	4	13	0	20.815	14.590	-	-	0,02	0,02
6	5	14,5	2	113.346	8.080	-	-	0,2	0	8	5	15	0	21.200	14.725	-	-	0,01	0,01
6	6	15,5	15	15.025	10.490	-	-	0,12	0,1	8	6	16	3	13.045	5.950	-	-	0,01	0,01
6	7	16	28	15.790	9.825	-	-	4	3,5	8	7	15,5	2	11.675	7.580	-	-	0,02	0,023
6	8	13	30	670	1.510	-	-	6,5	6	8	8	12	0	14.940	7.705	-	-	0,02	0,015
6	9	13,5	4	20.730	14.065	-	-	3,5	3	8	9	16,5	0	12.340	9.360	-	-	0,01	0,01
6	10	16	12	21.400	13.835	-	-	3	2,8	8	10	14,5	0	820	0	-	-	0,01	0,01
6	11	15	0	15.480	9.725	-	-	1,5	1,3	8	11	6	0	16.985	9.845	-	-	0,01	0,01
6	12	15	0	1.720	9.325	-	-	1	1	8	12	6,5	0	13.415	12.440	-	-	0,01	0,01
6	13	15	0	16.945	9.825	-	-	0,5	0,4	8	13	9	0	14.770	5.265	-	-	0,01	0
6	14	16	0	22.605	10.185	-	-	0,3	0,2	8	14	11	0	11.125	7.750	-	-	0,01	0
6	15	15	0	800	0	-	-	0,2	0,15	8	15	14	0	12.415	6.590	-	-	0,01	0
6	16	16	0	21.630	13.805	-	-	0,08	0,1	8	16	13,5	10	13.875	8.885	-	-	0,06	0,04
6	17	17	0	19.730	15.820	-	-	0,05	0,07	8	17	6	0	855	0	-	-	0,02	0,01
6	18	17	0	15.540	7.355	-	-	0,04	0,06	8	18	6	0	14.040	15.330	-	-	0,02	0
6	19	16,5	0	13.805	0	-	-	0,03	0,5	8	19	9	0	15.630	12.875	-	-	0,01	0
6	20	15	0	18.700	11.070	-	-	0,03	0,04	8	20	10	0	69.616	5.315	-	-	0,01	0
6	21	13	0	9.450	22.540	-	-	0,25	0,03	8	21	15	0	10.790	7.640	-	-	0,01	0
6	22	14	0	16.945	4.840	-	-	0,2	0,025	8	22	15,5	0	12.835	7.530	-	-	0,01	0
6	23	15	0	22.605	18.705	-	-	0,015	0,02	8	23	13	0	14.690	10.245	-	-	0,01	0
6	24	13	0	9.755	16.515	-	-	0,01	0,015	8	24	15	0	1.010	0	-	-	0,01	0
6	25	13	0	22.310	6.320	-	-	0,01	0,01	8	25	15	10	24.565	13.000	-	-	0,03	0
6	26	13	0	10.095	8.135	-	-	0,01	0,01	8	26	9	12	14.675	15.845	-	-	0,09	0,09
6	27	13,5	0	15.540	7.285	-	-	0,01	0,01	8	27	11	0	13.105	6.005	-	-	0,09	0,09
6	28	12	0	8.030	10.435	-	-	0,03	0,01	8	28	9	0	10.540	7.660	-	-	0,08	0,07
6	29	13	0	5.775	0	-	-	0,01	0	8	29	10	0	12.955	7.035	-	-	0,08	0,07
6	30	11,5	0	18.700	11.925	-	-	0,01	0	8	30	9	30	13.090	8.310	-	-	2,01	2,01
										8	31	11	10	890	0	-	-	1	1,1

Anexo 1: Dados do cenário da produção de resíduos e da vazão de chorume do ano de 2003 do aterro sanitário de Pontal do Paraná. Fonte: CIAS (2007/2008) - continuação

mês2003	dia	Temp (C°)	Pluvio (mm)	Matinhos_resíduos (kg)	Pontal_resíduos (kg)	ilha do mel	ecovia	va_ana	va_fac	mês2003	dia	Temp (C°)	Pluvio (mm)	Matinhos_resíduos (kg)	Pontal_resíduos (kg)	ilha do mel	ecovia	va_ana	va_fac
9	1	12	0	20.040	10.225	-	-	0,45	0,8	11	1	21	0	14.925	12.305	-	-	0,03	0,035
9	2	11,5	2	18.280	14.180	-	-	0,3	1,45	11	2	13	22	1.290	625	-	-	2	2,1
9	3	13	0	15.780	5.530	-	-	0,2	0,3	11	3	15	12	35.985	14.635	-	-	2	1,9
9	4	14,5	0	11.750	7.800	-	-	0,15	0,2	11	4	14	-	26.840	14.545	-	-	0,8	0,7
9	5	17	0	15.750	7.780	-	-	0,1	0,12	11	5	17	-	16.275	8.640	-	-	0,4	0,4
9	6	18	0	18.280	12.070	-	-	0,09	0,1	11	6	16	-	21.090	8.565	-	-	0,06	0,05
9	7	16	0	19.830	1.165	-	-	0,07	0,08	11	7	16	35	29.119	8.385	-	-	3	2,8
9	8	15,5	0	32.275	22.285	-	-	0,06	0,07	11	8	22	-	15.540	11.890	-	-	1,3	1,5
9	9	18	3	26.100	36.190	-	-	0,07	0,08	11	9	22	-	1.700	1.500	-	-	0,6	0,5
9	10	12	50	26.125	12.025	-	-	5	4,5	11	10	23	-	31.605	14.770	-	-	0,3	0,2
9	11	9	25	11.760	8.545	-	-	4,8	4,4	11	11	23	-	19.535	16.725	-	-	0,1	0,1
9	12	5	0	18.140	8.735	-	-	2	1,8	11	12	25	-	27.185	6.645	-	-	0,03	0,03
9	13	10,5	0	16.615	10.440	-	-	1,2	1	11	13	20	2	14.780	8.215	-	-	0,02	0,03
9	14	11,5	0	1.600	0	-	-	0,4	0,05	11	14	15	-	17.785	8.955	-	-	0,01	0,01
9	15	12	0	19.450	10.060	-	-	0,2	0,15	11	15	20	-	13.780	17.090	-	-	0,01	0,01
9	16	15	15	17.855	13.895	-	-	2	1,8	11	16	29	-	21.300	550	-	-	0,01	0,01
9	17	15	0	13.585	6.105	-	-	0,5	0,6	11	17	20	30	35.050	23.250	-	-	1	0,9
9	18	12	2	11.765	7.445	-	-	0,3	0,35	11	18	28	-	22.810	27.950	-	-	0,5	0,4
9	19	18	0	15.360	7.105	-	-	0,25	0,3	11	19	27	-	22.062	9.210	-	-	0,02	0,03
9	20	18	0	16.625	11.145	-	-	0,18	0,2	11	20	27	-	22.740	9.260	-	-	0,1	0,2
9	21	17	0	1.045	0	-	-	0,15	0,18	11	21	17	-	36.260	15.390	-	-	0,03	0,03
9	22	16	0	21.985	11.745	-	-	0,12	0,15	11	22	24	-	14.970	12.460	-	-	0,02	0,02
9	23	21	0	17.445	14.415	-	-	0,06	0,07	11	23	25	-	1.540	16.010	-	-	0,01	0,01
9	24	23	0	15.475	5.875	-	-	0,04	0,05	11	24	28	-	37.210	18.150	-	-	0,01	0,01
9	25	15	5	11.140	7.600	-	-	0,06	0,07	11	25	27	15	18.142	9.220	-	-	0,03	0,02
9	26	15	40	14.115	6.345	-	-	5	4,8	11	26	22	40	24.010	12.090	-	-	4	3,8
9	27	20	5	17.310	10.090	-	-	2,8	2,3	11	27	31	-	17.482	11.140	-	-	1,8	1,6
9	28	18	0	920	0	-	-	1,2	1	11	28	23	15	28.550	13.430	-	-	1,9	1,7
9	29	14	20	23.780	12.725	-	-	3	2,9	11	29	22	-	120	14.210	-	-	1	1,1
9	30	15	5	15.645	15.100	-	-	2	1,9	11	30	20	-	2.130	-	-	-	0,3	0,4
10	1	16	2	16.595	6.610	-	-	1,5	1,4	12	1	19	-	39.940	67.336	-	-	0,15	0,2
10	2	20	0	13.750	8.720	-	-	1	0,9	12	2	25,5	-	18.510	35.500	-	-	0,09	0,1
10	3	25	0	15.955	8.050	-	-	0,4	0,25	12	3	28	-	16.830	47.058	-	-	0,04	0,04
10	4	22	0	12.090	10.055	-	-	0,2	0,1	12	4	23	20	16.300	50.099	-	-	2	1,8
10	5	22	0	2.080	-	-	-	0,1	0,09	12	5	28	130	24.610	47.990	-	-	11	13
10	6	19	0	30.645	13.160	-	-	0,08	0,07	12	6	27	-	23.780	54.411	-	-	5	7
10	7	19	15	13.370	17.205	-	-	2	1,9	12	7	26	-	8.980	54.753	-	-	2	2,5
10	8	22	0	15.395	6.445	-	-	0,6	0,5	12	8	27	50	48.670	69.354	-	-	5	5,2
10	9	22	0	14.330	9.710	-	-	0,5	0,4	12	9	25	20	22.860	51.625	-	-	4,8	5
10	10	20	10	16.065	7.875	-	-	0,6	0,5	12	10	20	-	23.950	52.246	-	-	3	4
10	11	12	5	14.235	8.555	-	-	1,2	1	12	11	28	-	20.830	51.197	-	-	0,9	1
10	12	15	20	1.445	-	-	-	2	2,1	12	12	21	10	23.920	56.758	-	-	0,9	1
10	13	15	5	24.335	12.035	-	-	1	1,3	12	13	18	10	20.580	65.560	-	-	0,6	0,7
10	14	16,5	0	28.410	17.165	-	-	0,6	0,7	12	14	24	15	3.680	68.801	-	-	0,9	1
10	15	21	0	15.510	7.335	-	-	0,4	0,5	12	15	28	6	46.010	49.092	-	-	1	0,9
10	16	25	0	12.775	8.330	-	-	0,2	0,3	12	16	28	x	22.010	56.433	-	-	0,6	0,7
10	17	23	0	17.325	8.385	-	-	0,1	0,15	12	17	16	20	38.280	64.744	-	-	2,1	2,3
10	18	23	0	14.335	7.640	-	-	0,02	0,02	12	18	17	12	18.790	63.985	-	-	2	2,2
10	19	24	0	1.080	-	-	-	0,01	0,01	12	19	18	10	33.470	78.176	-	-	1,7	1,9
10	20	22	0	32.725	15.540	-	-	0,01	0,01	12	20	22	15	32.660	165.717	-	-	4,2	3,8
10	21	18	5	12.570	18.205	-	-	0,01	0,01	12	21	20	10	47.690	91.058	-	-	3,1	3,2
10	22	18	0	17.630	6.520	-	-	0,05	0,06	12	22	32	16	112.350	246.399	-	-	3,8	3,6
10	23	18	0	13.230	13.280	-	-	0,04	0,04	12	23	26	16	50.340	307.770	-	-	3,9	3,8
10	24	17	0	14.855	9.240	-	-	0,02	0,02	12	24	20	10	110.500	155.251	-	-	2,2	2,4
10	25	22	0	14.610	10.310	-	-	0,01	0	12	25	-	-	81.860	156.022	-	-	-	-
10	26	20	0	2.430	-	-	-	0,01	0	12	26	19	-	158.930	108.453	-	-	0,36	0,42
10	27	19	0	28.720	14.100	-	-	0,01	0	12	27	26	2	97.920	120.794	-	-	0,3	0,4
10	28	15	20	13.725	15.320	-	-	0,1	0,1	12	28	24	-	76.600	133.081	-	-	0,3	0,4
10	29	17,5	10	14.005	6.565	-	-	0,07	0,06	12	29	23	-	142.430	195.282	-	-	0,18	0,21
10	30	20	0	27.895	9.085	-	-	0,05	0,05	12	30	20	12	147.560	64.850	-	-	0,6	0,58
10	31	21	0	34.635	9.495	-	-	0,04	0,03	12	31	21	20	97.050	57.270	-	-	0,85	0,6

Anexo 2: Dados do cenário da produção de resíduos e da vazão de chorume do ano de 2004 do aterro sanitário de Pontal do Paraná. Fonte: CIAS (2007/2008)

Mês/2004	dia	Temp (C°)	Pluvio (mm)	Matinhos_resíduos (kg)	Pontal_resíduos (kg)	ilha do mel	ecovia	va_ana	va_fac	mês2004	dia	Temp (C°)	Pluvio (mm)	Matinhos_resíduos (kg)	Pontal_resíduos (kg)	ilha do mel	ecovia	va_ana	va_fac
1	1	17	28	140.720	83.620	-	-	1,3	1,2	3	1	22	0	42.610	26.560	-	-	0,6	0,4
1	2	17	5	192.520	209.790	8.040	-	1,7	1,9	3	2	24	0	25.300	21.460	6.110	-	0,5	0,3
1	3	24	0	209.660	168.700	9.330	-	0,8	0,7	3	3	27	0	28.300	13.980	-	-	0,3	0,2
1	4	18	0	123.570	121.770	-	-	0,8	0,7	3	4	18	4	24.490	17.240	-	-	0,2	0,15
1	5	24	0	58.050	129.160	9.600	-	0,6	0,5	3	5	22	0	28.820	9.440	-	-	0,2	0,15
1	6	30	0	118.000	168.410	10.330	-	0,55	0,45	3	6	22	0	18.990	13.610	-	-	0,15	0,12
1	7	22	0	84.362	115.730	-	-	0,46	0,48	3	7	25	0	3.170	0	-	-	0,1	0,09
1	8	21	0	98.580	90.040	8.470	-	0,4	0,35	3	8	24	0	37.180	16.660	-	-	0,08	0,07
1	9	23	0	87.020	180.395	-	-	0,22	0,2	3	9	24	0	20.480	24.050	-	-	0,05	0,03
1	10	26,5	0	108.410	140.150	3.890	-	0,2	0,3	3	10	26	0	22.610	8.920	-	-	0,03	0
1	11	25	0	86.870	64.220	-	-	0,2	0,3	3	11	23	0	19.800	12.070	-	-	0,02	0
1	12	23	2	92.790	192.640	-	-	0,1	0,1	3	12	19	20	19.320	19.030	-	-	0,6	0,05
1	13	20	3	114.270	45.640	-	-	0,21	0,2	3	13	18	22	12.600	13.900	-	-	1,1	0,6
1	14	20	2	92.290	77.710	3.310	-	0,2	0,2	3	14	20	75	6.270	600	-	-	5	4
1	15	21	16	68.190	121.650	-	-	1,1	1,2	3	15	21	6	34.850	17.630	-	-	0,5	6,8
1	16	25	10	139.440	95.940	4.390	-	1,8	1,6	3	16	24	0	25.560	21.670	-	-	3	2,5
1	17	23	0	172.630	98.460	-	-	0,8	0,7	3	17	22	0	19.410	9.900	-	-	1	1
1	18	21	0	85.260	75.240	-	-	0,2	0,3	3	18	22	0	15.100	11.690	6.740	-	0,9	0,59
1	19	17,5	0	146.640	96.430	10.790	-	0,15	0,2	3	19	24	0	21.930	10.010	-	-	0,4	0,5
1	20	19	6	112.170	53.180	6.970	-	0,1	0,1	3	20	19	130	23.160	15.540	-	-	11	10
1	21	23	0	109.790	47.410	-	-	0,09	0,08	3	21	21	1	1.090	1.250	-	-	3	2,8
1	22	22	0	61.610	46.490	7.210	-	0,07	0,06	3	22	20	0	32.530	15.590	-	-	1,5	1,3
1	23	21	38	46.100	61.610	-	-	0,12	0,1	3	23	18	0	18.180	21.050	-	-	0,5	0,5
1	24	21	14	71.280	53.190	5.660	-	0,5	0,48	3	24	20	0	20.710	8.030	-	-	0,4	0,3
1	25	19	135	74.235	41.082	-	-	13	9	3	25	19	0	5.580	9.560	-	-	0,3	0,2
1	26	20	8	94.870	56.820	-	-	11	4,2	3	26	19	0	19.370	9.730	-	-	0,25	0,15
1	27	21	2	63.420	61.990	8.390	-	4	2	3	27	20	0	13.310	11.880	-	-	0,2	0,1
1	28	24	0	61.480	72.620	-	-	2,8	1,3	3	28	21	0	3.340	450	-	-	0,1	0,06
1	29	24	4	45.650	50.170	-	-	1,8	2	3	29	21	0	23.640	14.080	-	-	0,05	0,03
1	30	22	0	55.600	103.480	-	-	1,7	1,9	3	30	21	0	23.010	13.160	-	-	0,04	0,02
1	31	23	0	63.880	66.390	-	-	1,2	0,6	3	31	22	0	18.460	7.530	-	-	0,02	0,01
2	1	22	0	2.851	47.480	-	-	0,9	0,5	4	1	22	0	13.540	9.150	-	-	0,02	0,01
2	2	29	0	14.302	64.120	-	-	0,7	0,4	4	2	23	0	16.580	8.810	-	-	0,02	0
2	3	24	0	164.363	34.600	-	-	0,5	0,2	4	3	26	0	12.850	11.980	-	-	0,02	0
2	4	26	0	38.594	33.840	-	-	0,4	0,15	4	4	24	2	4.400	850	-	-	0,2	0
2	5	25	0	117.205	30.740	-	-	0,2	0,1	4	5	22	0	26.000	13.520	-	-	0,1	0
2	6	22	30	158.826	29.150	-	-	1,6	1,6	4	6	21	0	17.780	16.350	-	-	0,09	0
2	7	18	10	239.137	41.150	-	-	2,8	2,6	4	7	21	0	20.420	7.810	-	-	0,05	0
2	8	22	0	34.728	35.150	-	-	1,9	1,8	4	8	24	0	15.150	11.640	-	-	0,02	0
2	9	22	0	29.929	57.980	-	-	0,9	0,8	4	9	21	0	20.560	9.690	-	-	0	0
2	10	18	0	26.620	93.590	-	-	0,6	0,5	4	10	22	6	26.980	20.340	-	-	0	0
2	11	22,5	0	56.915	26.500	-	-	0,4	0,3	4	11	20	60	28.910	0	-	-	1	1,6
2	12	21	0	32.952	20.460	-	-	0,2	0,15	4	12	19	20	38.710	31.200	-	-	4,4	6
2	13	21	24	28.733	42.260	-	-	1,4	1,1	4	13	21	0	19.770	3.8170	-	-	2	3
2	14	22	2	17.944	71.970	-	-	1	0,9	4	14	21	17	18.670	8.610	-	-	2,3	3,2
2	15	25	17	24.335	23.400	-	-	2	1,7	4	15	21	20	15.260	10.760	-	-	4,8	4
2	16	26	0	170.606	35.290	-	-	0,7	1	4	16	24	0	21.660	11.320	-	-	1,3	1
2	17	27	0	151.587	20.220	-	-	0,4	0,7	4	17	28	0	16.110	13.370	-	-	0,6	0,45
2	18	28	2	154.818	19.380	-	-	0,3	0,5	4	18	20	68	1.710	0	-	-	6	6,4
2	19	23	29	167.389	20.980	-	-	0,2	0,3	4	19	22	6	24.620	14.810	-	-	4	3
2	20	21	6	194.410	29.190	-	-	2,3	2	4	20	18	50	21.490	17.640	-	-	7	5
2	21	24	0	174.441	34.280	-	-	2	1,5	4	21	18	13	4.810	6.710	-	-	7	6,8
2	22	21	0	50.642	68.360	-	-	1	0,9	4	22	24	25	22.440	11.330	-	-	7,1	5,6
2	23	18	0	73.083	94.180	-	-	0,7	0,5	4	23	21	2	21.830	14.020	-	-	2,3	2,7
2	24	23	0	113.654	101.750	-	-	0,4	0,3	4	24	20	2	16.240	13.540	-	-	1,8	2
2	25	22	4	99.475	85.510	-	-	0,3	0,2	4	25	16	15	5.800	0	-	-	3	2,8
2	26	24	0	24.526	0	-	-	0,2	0,1	4	26	16	0	25.240	14.380	-	-	1,9	1,8
2	27	23	25	16.007	1.650	-	-	1,3	1,1	4	27	17	0	15.100	15.680	-	-	1	1
2	28	19	20	22.678	1.730	-	-	1,4	1,2	4	28	16	10	19.050	10.000	-	-	0,6	0,8
2	29	24,5	0	22.519	2.990	-	-	1	0,8	4	29	18	0	13.490	9.010	-	-	0,65	0,85
										4	30	17	0	16.820	9.660	-	-	0,5	0,6

Anexo 2: Dados do cenário da produção de resíduos e da vazão de chorume do ano de 2004 do aterro sanitário de Pontal do Paraná. Fonte: CIAS (2007/2008) - continuação

mês2004	dia	Temp (C°)	Pluvio (mm)	Matinhos_residuos (kg)	Pontal_residuos (kg)	ilha do mel	ecovia	va_ana	va_fac	mês2004	dia	Temp (C°)	Pluvio (mm)	Matinhos_residu os (kg)	Pontal_residuos (kg)	ilha do mel	ecovia	va_ana	va_fac
5	1	15	87	8.500	10.090	-	-	1,7	2,8	7	1	16	0	14.260	8.900	-	-	0,01	0,01
5	2	18	0	4.170	240	-	-	1,7	2,1	7	2	15	0	13.240	9.020	-	-	0,01	0,01
5	3	22	0	22.600	13.620	-	-	0,6	1	7	3	14	0	22.150	12.115	-	-	0,01	0,01
5	4	19	6	22.350	19.145	-	-	1	1,6	7	4	16	2	620	0	-	-	0,03	0,02
5	5	17	13	17.990	7.495	-	-	4	3,4	7	5	12	6	18.180	13.790	-	-	0,07	0,28
5	6	18	11	10.890	8.275	-	-	2,1	1,9	7	6	12	0	25.795	15.920	-	-	0,08	0,2
5	7	16,5	31	14.270	10.915	-	-	3,2	4	7	7	10	0	11.105	9.635	-	-	0,05	0,1
5	8	18	0	12.990	9.385	-	-	4,8	5,5	7	8	16	25	21.140	11.440	-	-	0,05	0,05
5	9	15	0	5.860	0	-	-	1,7	1,8	7	9	11	22	10.835	9.130	-	-	3	4
5	10	11,5	0	19.670	12.710	-	-	1,5	1,7	7	10	11	0	14.790	11.730	-	-	1	2
5	11	12	0	21.550	14.365	-	-	1,4	1,6	7	11	4	0	3.640	0	-	-	0,24	0,27
5	12	15	2	16.610	7.060	-	-	1,2	1	7	12	8	0	20.355	14.650	-	-	0,22	0,25
5	13	15	4	11.930	9.040	-	-	0,7	0,6	7	13	11	0	24.445	18.190	-	-	0,2	0,22
5	14	18	0	14.230	8.600	-	-	0,7	0,5	7	14	12	0	14.535	9.430	-	-	0,2	0,21
5	15	14	0	16.365	12.300	-	-	0,4	0,3	7	15	16,5	5	19.315	11.920	-	-	0,1	0,21
5	16	10	0	620	0	-	-	0,3	0,2	7	16	13	14	13.205	9.315	-	-	0,9	0,7
5	17	10	0	20.365	12.490	-	-	0,25	0,2	7	17	9	4	14.050	12.905	-	-	2	2,3
5	18	12	0	21.440	8220	-	-	0,2	0,15	7	18	8	8	4.645	0	-	-	2,0	2,2
5	19	13	0	12.145	7.110	-	-	0,15	0,1	7	19	11,5	53	23.645	15.005	-	-	3,5	4
5	20	14	4	10.950	8.540	-	-	0,1	0,08	7	20	12	55	28.190	21.350	-	-	10	12
5	21	12	8	13.845	9.870	-	-	0,15	0,2	7	21	11	2	15.120	12.210	-	-	8	10
5	22	14	5	12.860	7.670	-	-	0,15	0,2	7	22	10	0	16.600	14.445	-	-	3	4
5	23	14	20	3.995	0	-	-	0,9	0,98	7	23	12	2	15.730	11.645	-	-	1,1	1,4
5	24	16	4	21.300	13.320	-	-	2,3	1,2	7	24	8	0	25.540	13.875	-	-	0,8	1
5	25	15	15	18.500	15.165	-	-	2	1,1	7	25	11	0	5.785	0	-	-	0,7	0,8
5	26	15	2	15.310	9.405	-	-	3,5	3,1	7	26	12	0	23.265	15.150	-	-	0,3	0,35
5	27	7	0	14.420	10.330	-	-	3	1	7	27	13	0	23.070	18.115	-	-	0,2	0,3
5	28	9	0	14.450	19.200	-	-	1	0,9	7	28	13	0	9.175	7.990	-	-	0,2	0,25
5	29	10	0	19.120	10.035	-	-	0,6	0,5	7	29	12,5	0	19.450	10.965	-	-	0,2	0,25
5	30	13	17	1.230	455	-	-	1,2	1	7	30	12	0	24.160	8.760	-	-	0,15	0,2
5	31	13	16	21.485	12.360	-	-	0,9	0,8	7	31	10	0	10.405	10.985	-	-	0,1	0,15
6	1	13	8	20.695	12.750	-	-	1,4	1,1	8	1	9	0	5.075	0	-	-	0,1	0,1
6	2	14	0	16.190	9.085	-	-	1,2	0,75	8	2	10	0	16.425	12.255	-	-	0,08	0,09
6	3	10	0	14.260	9.935	-	-	0,75	0,52	8	3	15	0	25.220	16.510	-	-	0,05	0,06
6	4	10,5	40	27.490	10.165	-	-	5,8	5,1	8	4	12	0	16.895	7.465	-	-	0,04	0,05
6	5	13	0	11.815	12.335	-	-	2,7	1,8	8	5	16	0	13.720	8.290	-	-	0,04	0,05
6	6	8,5	0	3.390	0	-	-	1,2	1	8	6	13	0	13.845	8.015	-	-	0,03	0,04
6	7	8,5	0	27.110	12.325	-	-	0,5	0,55	8	7	15	0	13.680	10.090	-	-	0,03	0,04
6	8	10	0	16.890	18.480	-	-	0,3	0,3	8	8	5	0	4.980	0	-	-	0,025	0,03
6	9	12,5	0	17.070	8.970	-	-	0,25	0,2	8	9	8	2	25.070	13.900	-	-	0,02	0,02
6	10	13	10	14.015	10.365	-	-	0,15	0,1	8	10	11	0	23.135	13.380	-	-	0,04	0,04
6	11	11,5	21	15.886	10.825	-	-	2	1,6	8	11	9	0	12.810	7.830	-	-	0,03	0,03
6	12	12	36	12.815	15.770	-	-	3,9	6	8	12	10	0	14.365	9.095	-	-	0,03	0,02
6	13	7	0	20.735	5.040	-	-	0,5	4,2	8	13	11	0	10.900	9.205	-	-	0,03	0,02
6	14	1,5	0	24.520	11.485	-	-	0,8	1	8	14	12	0	22.020	6.570	-	-	0,03	0,01
6	15	12	0	18.400	14.705	-	-	0,6	0,8	8	15	17	0	710	0	-	-	0,02	0
6	16	13	0	28.920	7.670	-	-	0,3	0,4	8	16	17	0	17.040	12.260	-	-	0,02	0
6	17	12,5	0	13.550	9.235	-	-	0,2	0,35	8	17	12	0	21.570	15.550	-	-	0,02	0
6	18	16	0	14.810	9.370	-	-	0,2	0,3	8	18	12	0	11.880	6.480	-	-	0,02	0
6	19	14	0	18.840	10.775	-	-	0,15	0,25	8	19	15	0	14.160	8.720	-	-	0,02	0
6	20	15	0	4.350	0	-	-	0,12	0,2	8	20	17	0	10.220	9.020	-	-	0,02	0
6	21	16	0	20.910	16.685	-	-	0,1	0,15	8	21	15	0	13.370	8.530	-	-	0,02	0
6	22	16	0	22.815	19.100	-	-	0,08	0,1	8	22	14	0	4.360	0	-	-	0,02	0
6	23	17	0	16.380	9.695	-	-	0,06	0,08	8	23	13	5	16.920	12.410	-	-	0,02	0
6	24	15	0	34.070	9.710	-	-	0,04	0,06	8	24	13	5	24.940	17.900	-	-	0,01	0,02
6	25	13	0	19.580	8.860	-	-	0,03	0,05	8	25	13	0	13.490	11.870	-	-	0,01	0,02
6	26	16	0	11.535	11.440	-	-	0,02	0,03	8	26	14	0	19.940	11.390	-	-	0,08	0,02
6	27	11,5	0	3.600	0	-	-	0,01	0,02	8	27	12	8	11.720	7.600	-	-	0,2	0,1
6	28	16	0	21.875	15.240	-	-	0,01	0,02	8	28	13	12	14.090	9.790	-	-	1,4	1,1
6	29	17	0	17.695	16.150	-	-	0,01	0,02	8	29	18	0	3.660	710	-	-	1	1
6	30	17	0	16.180	7.570	-	-	0,01	0,02	8	30	12	0	19.200	13.210	-	-	0,2	0,3
										8	31	14	0	20.990	16.080	-	-	0,2	0,2

Anexo 2: Dados do cenário da produção de resíduos e da vazão de chorume do ano de 2004 do aterro sanitário de Pontal do Paraná. Fonte: CIAS (2007/2008) - continuação

Mês/2004	dia	Temp (C°)	Pluvio (mm)	Matinhos_resíduos (kg)	Pontal_resíduos (kg)	ilha do mel	ecovia	Va_ana	va_fac	mês/2004	dia	Temp (C°)	Pluvio (mm)	Matinhos_resíduos (kg)	Pontal_resíduos (kg)	ilha do mel	ecovia	va_ana	va_fac
9	1	18	0	14.060	7.300	-	-	0,1	0,2	11	1	17	4	15.740	17.450	-	-	0,25	0,4
9	2	18,5	0	14.180	9.580	-	-	0,05	0,1	11	2	19	0	33.660	12.790	-	-	0,15	0,1
9	3	15	2	13.820	9.420	-	-	0,5	0,1	11	3	23	0	24.780	12.310	-	450	0,1	0,1
9	4	13	0	17.470	19.230	-	-	0,4	0,5	11	4	20	12	16.540	20.550	-	-	0,9	1,7
9	5	14	0	26.650	16.430	-	-	0,3	0,4	11	5	23	0	20.050	9.690	-	-	0,3	0,7
9	6	14	0	36.640	40.090	-	1.240	0,2	0,25	11	6	29	0	17.230	13.150	-	-	0,1	0,3
9	7	19	0	51.480	32.980	-	-	0,1	0,1	11	7	13,5	1,5	4.860	820	-	-	0,08	0,1
9	8	18	0	71.500	47.760	-	-	0,05	0,09	11	8	14	12	21.670	14.280	-	-	0,7	1
9	9	18	0	29.270	32.420	-	-	0,03	0,05	11	9	18	9	23.860	17.850	-	-	1,2	1,4
9	10	18	0	28.670	15.010	-	-	0,02	0,04	11	10	20	0	13.830	9.070	-	-	0,6	1
9	11	16	22	20.400	11.830	-	-	0,06	0,08	11	11	19	25	18.740	9.850	-	340	1,8	1,9
9	12	12	46	260	14.310	-	-	3	4	11	12	22	0	18.090	11.440	-	-	1	1,4
9	13	15	26	23.040	14.310	-	-	4	5	11	13	18	4	27.430	13.990	-	-	0,7	1,1
9	14	21	60	28.630	22.880	-	-	3	4	11	14	17,5	2	19.750	630	-	-	0,6	1
9	15	18	10	16.600	9.920	-	-	4,5	5,5	11	15	17	7	27.770	11.520	-	-	0,5	0,9
9	16	15	0	15.200	11.590	-	-	3	3,5	11	16	17	3	37.000	45.350	-	600	1	1
9	17	16	5	25.260	11.340	-	-	1,2	2	11	17	19	12	25.080	38.990	-	-	0,5	0,9
9	18	17	3	17.310	11.140	-	-	0,8	1,2	11	18	23	0	21.020	10.690	-	-	1,7	2,1
9	19	17,5	0	3.200	0	-	-	0,5	0,7	11	19	18	0	18.640	15.670	-	-	0,4	1,4
9	20	18	0	20.550	12.130	-	-	0,3	0,4	11	20	17	0	23.050	13.630	-	-	0,2	0,4
9	21	20	0	25.860	16.740	-	-	0,2	0,2	11	21	15	0	2.450	0	-	-	0,1	0,2
9	22	20	0	16.900	8.910	-	-	0,15	0,15	11	22	20	0	26.330	14.860	-	610	0,9	0,1
9	23	15	0	23.830	8.300	-	-	0,12	0,1	11	23	20	0	2.1470	20.190	-	-	0,04	0,05
9	24	17	0	13.360	8.960	-	-	0,2	0,3	11	24	21	0	16.690	8.820	-	-	0,03	0,03
9	25	17	6	18.010	12.130	-	-	0,32	0,36	11	25	22	0	17.690	11.670	-	-	0,03	0
9	26	22	0	1.570	0	-	-	0,35	0,4	11	26	20	6	16.970	10.390	-	-	0,2	0,1
9	27	22	0	22.420	12.860	-	-	0,2	0,15	11	27	26	0	20.630	14.630	-	-	0,07	0,03
9	28	20	0	24.210	18.970	-	-	0,1	0,1	11	28	21	17	1.810	750	-	-	2,1	2,4
9	29	19	2	16.300	6.870	-	-	0,08	0,07	11	29	21	5	27.060	16.310	-	-	1,3	2
9	30	12	0	15230	7.750	-	460	0,1	0,12	11	30	18	0	21.470	17.790	-	-	0,7	1
10	1	13	0	17.570	8.540	-	-	0,08	0,09	12	1	17	2	16.630	11.110	-	-	0,5	0,7
10	2	17	0	17.570	11.040	-	-	0,03	0,065	12	2	23	2	22.390	10.380	-	-	0,4	0,6
10	3	16	0	960	0	-	-	0,25	0,06	12	3	18	0	14.760	10.250	-	2460	0,1	0,4
10	4	18	0	14.260	11.540	-	-	0,02	0,05	12	4	20	0	15.620	13.270	-	-	0,07	0,3
10	5	16	0	27.060	12.170	-	-	0,015	0,03	12	5	21	0	8.680	0	-	-	0,4	0,2
10	6	15	4	12.790	6.310	-	-	0,08	0,1	12	6	22	2	28.390	13.120	-	-	0,1	0,2
10	7	16	0	14.270	9.710	-	-	0,06	0,08	12	7	21	2	28.290	25.520	-	-	0,1	0,15
10	8	17	0	12.770	10.360	-	-	0,05	0,05	12	8	28	0	19.980	9.470	-	-	0,07	0,09
10	9	21	0	22.430	13.170	-	-	0,03	0,03	12	9	20	46	21.190	13.240	-	-	3,8	4
10	10	16,5	20,5	19.130	330	-	-	0,06	0,07	12	10	16	55	15.930	10.550	-	-	4,6	6,5
10	11	20	5	36.010	23.200	-	-	0,07	1	12	11	15	60	23.700	15.810	-	-	10,5	11
10	12	17	3	36.450	31.270	-	-	0,03	0,8	12	12	20	3	1.530	0	-	-	5	6
10	13	20	52	20.750	25.230	-	-	0,03	0,05	12	13	21	0	28.640	13.460	-	-	2	3
10	14	19	2	23.660	17.080	-	-	1,1	1,8	12	14	22	0	34.880	32.220	-	-	1	2
10	15	18	4	17.740	10.520	-	-	0,8	3,2	12	15	24	0	17.470	13.620	-	-	0,2	0,5
10	16	21	0	21.030	12.490	-	-	0,5	1,2	12	16	22	0	21.300	15.410	-	-	0,1	0,3
10	17	19	22	310	0	-	-	1,2	3,4	12	17	21	23	23.920	11.880	-	-	0,1	0,3
10	18	18	0	13.230	14.620	-	-	0,7	2	12	18	20	16	24.620	22.250	-	-	2,9	4
10	19	19	12	25.730	16.200	-	-	0,5	1,3	12	19	22	3	3.000	11.880	-	-	1,9	2,3
10	20	18	0	13.950	11.410	-	-	0,04	1	12	20	22	4	37.180	18.650	-	-	0,8	1,2
10	21	18	0	20.330	9.360	-	-	0,2	0,5	12	21	21	12	44.130	29.150	-	-	1,7	1,9
10	22	19	6	12.130	9.020	-	890	0,3	0,5	12	22	18	22	26.400	23.110	-	-	1,4	2,5
10	23	18	2	15.270	10.940	-	-	0,4	0,6	12	23	19	51	19.870	18.360	-	-	3,2	6,5
10	24	25	4	4.670	0	-	-	0,6	0,9	12	24	20	45	37.210	15.400	-	-	4,4	8,6
10	25	13	43	18.890	13.480	-	-	3,3	5	12	25	22	0	19.740	43.750	-	-	2,1	4,1
10	26	16	0	24.930	14.870	-	-	1,2	5	12	26	22	0	23.170	49.660	-	-	0,5	1
10	27	24	0	16.050	11.900	-	1.060	0,4	1,4	12	27	24	0	65.150	44.960	7.520	-	0,3	1
10	28	15	0	16.690	9.770	-	-	0,17	0,3	12	28	22	0	57.470	26.210	3.340	-	1,8	2,5
10	29	25	0	13.230	8.610	-	-	0,09	0,17	12	29	22	0	95.040	73.230	-	-	0,3	1
10	30	24	0	20.020	12.140	-	-	0,05	0,05	12	30	24	0	86.350	63.930	13.150	-	0,2	0,8
10	31	20	0		6.100	-	-	0,02	0,02	12	31	25	0	82.560	64.330	6.140	-	0,1	0,5

Anexo 3: Dados do cenário da produção de resíduos e da vazão de chorume do ano de 2005 do aterro sanitário de Pontal do Paraná. Fonte: CIAS (2007/2008).

Matinhos_resíduos										Pontal_resíduos									
mês/2005	dia	temp	pluvio	(kg)	(kg)	ilha mel	ecovia	va_ana	va_fac	mês/2005	dia	temp	pluvio	(kg)	(kg)	ilha mel	ecovia	va_ana	va_fac
1	1	24	0	92.480	73.550	-	-	0,9	0,3	3	1	20	22	18.860	13.590	-	720	0,4	0,3
1	2	22	0	144.590	105.400	-	-	0,8	0,2	3	2	20	0,3	23.630	14.540	-	-	1	0,9
1	3	28	0	131.480	113.270	-	630	0,4	0,1	3	3	20	8	21.890	12.670	-	-	1,5	1,9
1	4	22	20	138.450	98.460	-	-	0,9	1,5	3	4	20	22	11.360	16.190	-	-	2,3	2,5
1	5	24	0	109.600	87.220	-	-	0,6	1	3	5	20	0	22.460	14.500	-	-	2	2,3
1	6	25	0	86.960	63.920	-	350	0,4	0,8	3	6	-	-	20.720	8.060	-	-	-	-
1	7	26	0	76.400	64.490	-	-	0,3	0,6	3	7	23	0	22.540	20.590	-	-	0,05	0,06
1	8	26	0	81.950	61.460	-	-	0,2	0,4	3	8	22,5	0	10.140	13.950	-	-	0,05	0,06
1	9	26	0	73.900	57.030	-	-	0,1	0,2	3	9	29,5	0	10.520	10.450	-	-	0,04	0,05
1	10	28	75	107.650	66.630	-	-	0,05	0,09	3	10	29	0	7.410	7.850	-	-	0,03	0,03
1	11	22	23	115.700	69.610	-	-	4,5	6	3	11	27	0	27.220	13.190	-	-	0,02	0,03
1	12	23	20	71.400	55.880	-	-	2	3	3	12	31	0	33.420	18.000	-	-	0,02	0,01
1	13	22	0	72.630	51.740	-	-	1	1,4	3	13	27	0	4.590	0	-	-	0,01	0,01
1	14	22	0	69.590	60.000	-	-	0,5	0,9	3	14	26	10	26.240	14.450	-	1.020	0,02	0,03
1	15	24	0	74.680	57.190	-	-	0,3	0,5	3	15	21,5	8	30.960	26.390	-	-	0,02	0,03
1	16	21	46	74.080	46.390	-	-	4	5	3	16	26	0	18.050	10.560	-	580	0,03	0,03
1	17	18	12	83.040	82.280	-	520	3,5	4,5	3	17	27	0	19.390	9.680	-	-	0,03	0,02
1	18	20	0	68.550	49.390	-	-	1,6	2	3	18	29	22	13.340	11.660	-	-	0,04	0,05
1	19	21	80	53.810	42.080	-	480	1,5	2	3	19	22	0	14.960	14.180	-	-	0,03	0,04
1	20	22	20	67.640	45.830	-	-	6,5	9	3	20	23	20	7.490	0	-	-	0,04	0,05
1	21	22	0	54.780	48.120	-	-	2,5	3,5	3	21	28,5	15	23.030	15.760	-	2.660	0,05	0,06
1	22	21	0	62.410	45.290	-	-	1,5	2	3	22	22	8	24.360	0	-	-	0,06	0,07
1	23	22	0	75.210	34.880	-	-	0,7	1	3	23	24	91	25.180	10.270	-	770	7,7	8,4
1	24	24	0	73.330	63.850	-	-	0,4	0,7	3	24	22	33	20.260	15.620	-	-	8	8,6
1	25	24	30	51.280	67.370	-	-	0,4	0,6	3	25	23	0	20.260	13.270	-	-	7,5	7,7
1	26	21	0	56.140	39.100	-	-	2	2,3	3	26	21	0	21.450	18.000	-	-	2,2	2,4
1	27	19	2	56.000	86.920	-	680	1	1,3	3	27	21	0	34.280	17.320	-	-	2,2	2,2
1	28	21	8	45.580	97.420	-	-	1	1,2	3	28	24	5	27.680	21.670	-	640	1	1,2
1	29	21	6	48.110	37.340	-	-	0,8	1	3	29	24	0	26.960	27.500	-	-	0,07	0,08
1	30	24	0	53.360	59.370	-	-	0,5	0,6	3	30	25	0	16.270	27.670	-	-	0,06	0,07
1	31	24	12	61.900	41.610	-	4.390	1	1,2	3	31	24	0	16.160	9.360	-	-	0,1	0,22
2	1	22	6	46.620	29.500	6.360	-	0,8	1	4	1	24	0	13.200	9.570	-	-	0,08	0,1
2	2	23	0	42.000	32.230	-	-	0,5	0,7	4	2	26	4	16.060	13.730	-	-	0,05	0,07
2	3	20	0	38.620	30.540	-	-	0,3	0,5	4	3	24	24	4.660	0	-	-	2	2,1
2	4	20	3	48.930	35.600	-	-	0,2	0,4	4	4	20	75	25.570	14.980	-	450	7,5	8,5
2	5	22	0	50.430	41.770	-	-	0,5	0,2	4	5	18	10	23.620	19.690	-	18.540	7	8
2	6	21	0	72.030	46.700	-	-	0,1	0,1	4	6	22	0	17.660	9.140	-	35.480	4	4,1
2	7	20	0	104.610	80.190	5.430	1.050	0,06	0,07	4	7	24	0	16.070	10.670	-	27.390	2,5	2,6
2	8	19	0	104.590	79.130	6.210	-	0,03	0,04	4	8	24	0	13.550	55.000	-	-	1	1,1
2	9	20	0	111.350	90.500	4.690	-	0,02	0,02	4	9	22	0	19.150	12.690	-	-	0,3	0,4
2	10	18	0	59.120	59.460	4.600	-	0,02	0,01	4	10	25	0	1.970	0	-	-	0,2	0,3
2	11	21	10	50.150	34.830	-	580	0,01	0	4	11	27	0	17.100	15.370	-	24.770	0,1	0,2
2	12	22	0	52.800	38.300	6.500	-	0,01	0,01	4	12	26	0	15.290	18.080	-	-	0,1	0,5
2	13	18	6	46.630	34.010	-	-	0,02	0,02	4	13	22	4	26.250	8.510	-	-	0,4	0,05
2	14	20	6	44.160	32.950	6.490	-	0,03	0,03	4	14	24	40	18.170	13.250	-	-	3	3,5
2	15	22	0	32.540	22.860	-	-	0,02	0,02	4	15	24	4	14.220	10.250	-	-	1,3	1,5
2	16	22	0	29.300	20.530	3.410	-	0,01	0,01	4	16	22	0	18.690	11.6850	-	-	0,6	0,7
2	17	24	0	28.710	18.190	-	-	0,01	0	4	17	21	5	1.760	0	-	-	0,3	0,4
2	18	22	0	23.490	16.160	-	-	0,01	0	4	18	23	0	26.720	14.180	-	-	0,2	0,3
2	19	22	10	26.560	19.190	4.320	-	0,02	0	4	19	24	0	18.580	16.540	-	12.000	0,1	0,2
2	20	22	0	27.730	17.170	-	-	0,01	0	4	20	20	40	22.740	12.240	-	-	3,5	4
2	21	22	0	22.910	23.210	-	-	0,01	0	4	21	22	34	20.950	310	-	-	6	6,5
2	22	26	0	37.040	15.130	5.970	-	0,01	0	4	22	19	33	19.410	14.330	-	-	8	8,5
2	23	22	10	22.230	16.590	-	-	0,04	0	4	23	21	4	22.230	29.860	-	-	4	4,5
2	24	27	10	25.650	16.320	-	-	0,04	0	4	24	-	-	20.290	0	-	-	-	-
2	25	24	10	24.070	14.540	-	-	0,05	0,01	4	25	22	0	31.010	21.220	-	-	0,4	0,5
2	26	26	10	23.760	15.940	.6810	-	0,6	0,7	4	26	17	4	17.790	24.110	-	-	0,4	0,5
2	27	23	0	24.130	15.630	-	-	0,5	0,4	4	27	17	14	17.940	12.430	-	-	0,5	0,6
2	28	25	3	26.650	18.510	-	800	0,4	0,3	4	28	17	30	15.760	12.340	-	-	3,5	4
										4	29	18	2	11.930	10.120	-	-	1,5	1,6
										4	30	16	30	22.270	13.000	-	-	4	4,5

Anexo 3: Dados do cenário da produção de resíduos e da vazão de chorume do ano de 2005 do aterro sanitário de Pontal do Paraná. Fonte: CIAS (2007/2008) - Continuação

mês/2005	dia	temp	pluvio	Matinhos_resíduos (kg)	Pontal_resíduos (kg)	ilha mel	ecovia	va_ana	va_fac	mês/2005	dia	temp	pluvio	Matinhos_resíduos (kg)	Pontal_resíduos (kg)	ilha mel	ecovia	va_ana	va_fac
5	1			1.500	-	-	-	-	-	7	1	18	0	20.460	11.170	-	1.300	0,3	4
5	2	17	14	20.170	14.300	-	700	2	2,1	7	2	19	0	23.090	14.700	-	-	0,25	0,35
5	3	17	0	21.140	15.210	-	19.380	1	1,1	7	3	-	-	2.010	0	-	-	-	-
5	4	16	0	12.320	9.330	-	-	0,8	0,9	7	4	19	0	21.520	12.550	-	-	0,2	0,3
5	5	18	0	19.060	10.500	-	-	0,5	0,6	7	5	15	20	24.820	20.160	-	-	1,1	1,2
5	6	19	0	11.440	9.540	-	-	0,4	0,5	7	6	12	22	13.520	7.500	-	-	0,7	0,75
5	7	18	0	19.480	11.190	-	-	0,3	0,4	7	7	11,5	0	16.740	10.930	-	-	0,3	0,4
5	8	19	4	950	0	-	-	0,2	0,3	7	8	13	2	18.460	10.420	-	1.290	0,3	0,3
5	9	18	8	11.080	13.250	-	-	0,5	0,6	7	9	14,5	7	20.700	13.560	-	-	0,4	0,5
5	10	18	0	27.730	15.740	-	-	0,4	0,5	7	10	-	-	830	0	-	-	-	-
5	11	19	0	13.040	8.450	-	-	0,3	0,4	7	11	16,5	0	19.350	14.930	-	-	0,2	0,3
5	12	22	0	15.460	10.920	-	-	0,2	0,3	7	12	14	0	26.360	19.510	-	-	0,1	0,2
5	13	21	0	12.350	9.870	-	750	0,1	0,2	7	13	14,5	0	14.000	9.330	-	-	0,17	0,19
5	14	22	0	21.610	12.250	-	-	0,1	0,5	7	14	17	0	21.070	13.250	-	-	0,15	0,17
5	15	-	-	850	0	-	-	-	-	7	15	16	0	16.680	11.050	-	-	0,15	0,17
5	16	21	0	17.130	13.630	-	-	0,05	0,07	7	16	18	0	16.210	8.950	-	-	0,1	0,11
5	17	21	0	13.360	20.200	-	-	0,04	0,06	7	17	15	0	2.400	0	-	-	0,08	0,09
5	18	22	0	12.580	9.500	-	-	0,03	0,04	7	18	12	0	23.230	17.110	-	-	0,07	0,08
5	19	18	0	28.610	18.950	-	-	0,02	0,03	7	19	11	0	28.140	21.290	-	1.460	0,07	0,08
5	20	20	2	19.610	10.290	-	880	0,02	0,03	7	20	10,5	0	13.810	8.150	-	-	0,06	0,06
5	21	21	2	20.500	12.420	-	-	0,02	0,03	7	21	14	2	19.420	12.140	-	-	0,04	0,03
5	22	-	-	1.820	0	-	-	-	-	7	22	15	8	15.090	11.090	-	-	0,05	0,04
5	23	15	0	15.690	12.750	-	630	0,4	0,5	7	23	18	21	20.950	13.770	-	-	0,3	0,4
5	24	16	57	21.650	15.330	-	-	0,7	0,9	7	24	16	17	1.540	0	-	-	2,6	3,8
5	25	20	20	11.710	7.190	-	-	6	7	7	25	12	0	27.760	13.910	-	-	2,5	2,9
5	26	17	0	20.960	12.380	-	-	2,5	2,8	7	26	8	0	32.380	10.050	-	-	1	1,1
5	27	14	0	14.440	12.390	-	-	1	1,2	7	27	12	0	8.340	8.490	-	-	0,6	0,7
5	28	16	0	24.710	17.190	-	-	0,6	0,9	7	28	12	0	18.110	9.930	-	-	0,4	0,5
5	29	16	0	4.680	3.350	-	-	0,4	0,6	7	29	14	0	18.030	10.070	-	1.690	0,2	0,3
5	30	18	0	35.740	19.700	-	730	0,3	0,5	7	30	18	0	21.090	11.940	-	-	0,1	0,1
5	31	18	0	28.200	-	-	-	0,3	0,5	7	31	-	-	870	-	-	-	-	-
6	1	20	0	11.400	10.600	-	-	0,2	0,4	8	1	15	0	22.340	11.330	-	-	0,03	0,03
6	2	19	0	15.440	9.860	-	800	0,2	0,4	8	2	14	0	22.200	21.710	-	-	0,02	0,02
6	3	20	0	14.900	8.960	-	360	0,1	0,3	8	3	16	0	14.130	7.980	-	-	0,02	0,02
6	4	20	0	20.470	12.970	-	-	0,1	0,2	8	4	12	0	17.340	9.800	-	2.170	0,01	0,01
6	5	22	0	1.610	0	-	-	0,09	0,5	8	5	14	0	12.620	11.260	-	980	0,01	0,01
6	6	19	0	18.970	10.290	-	770	0,08	0,1	8	6	15	0	15.310	17.480	-	-	0,01	0
6	7	17	0	25.780	21.180	-	-	0,07	0,09	8	7	-	-	1.470	0	-	-	-	-
6	8	17	0	11.120	7.870	-	-	0,06	0,08	8	8	14	10	19.490	13.750	-	-	0,08	0,05
6	9	20	0	17.710	10.120	-	1.460	0,05	0,06	8	9	12	40	21.750	17.000	-	-	1,8	1,9
6	10	17	0	11.810	9.630	-	-	0,03	0,04	8	10	13	100	9.830	7.870	-	-	9	10
6	11	17	0	15.450	12.220	-	-	0,03	0,03	8	11	12	0	24.330	11.590	-	-	5	6
6	12	24	0	5.490	0	-	-	0,03	0,02	8	12	11	0	22.070	11.340	-	-	1,5	2,5
6	13	21	0	19.000	14.260	-	760	0,02	0,01	8	13	13	0	22.940	13.320	-	-	0,9	1,1
6	14	20	0	21.230	21.450	-	-	0,02	0,01	8	14	-	-	2.060	0	-	-	-	-
6	15	20	30	15.390	8.350	-	-	0,01	0,01	8	15	15	0	19.150	13.730	-	-	0,3	0,4
6	16	18	4	19.220	9.750	-	-	2,5	3	8	16	16	0	23.500	13.990	-	-	0,1	0,1
6	17	17	0	14.270	11.560	-	290	1,5	2	8	17	18	0	11.500	10.000	-	-	0,02	0,02
6	18	17	23	21.400	13.450	-	-	2,5	3	8	18	18	0	17.490	9.700	-	-	0,02	0,02
6	19	22	0	740	0	-	-	1,5	2	8	19	18	0	13.000	10.180	-	-	0,02	0,01
6	20	19	40	15.410	12.580	-	540	1,6	2,1	8	20	18	0	23.880	12.550	-	-	0,01	0,01
6	21	14	8	17.150	17.390	-	-	2	2	8	21	-	-	1.330	0	-	-	-	-
6	22	14	0	23.790	71.130	-	-	1,5	1,9	8	22	18	0	20.170	13.900	-	-	0,01	0,01
6	23	14	0	19.110	54.730	-	-	1	1,1	8	23	19	0	23.500	17.110	-	-	0,01	0,01
6	24	12	0	17.400	5.710	-	600	0,5	0,6	8	24	21	0	12.000	11.300	-	-	0,01	0,01
6	25	16	0	21.120	11.420	-	-	0,4	0,5	8	25	10	0	16.900	10.170	-	-	0,01	0,01
6	26	17	0	1.060	0	-	-	0,3	0,4	8	26	12	0	12.380	8.730	-	1.200	0,01	0,01
6	27	14	0	18.760	14.920	-	-	0,2	0,3	8	27	14	0	19.350	10.780	-	-	0,01	0,01
6	28	15	0	21.070	17.600	-	-	0,2	0,3	8	28	-	-	740	840	-	-	-	-
6	29	18	3	1.190	13.090	-	-	0,3	0,4	8	29	24	0	17.750	13.460	-	-	0,01	0,01
6	30	17	0	18.050	9.930	-	-	0,4	0,5	8	30	22	2	25.530	16.410	-	-	0,01	0,01
										8	31	17	12	14.120	10.680	-	-	1	1

Anexo 3: Dados do cenário da produção de resíduos e da vazão de chorume do ano de 2005 do aterro sanitário de Pontal do Paraná. Fonte: CIAS (2007/2008) - Continuação

Pontal_resíduos					Pontal_resíduos					Pontal_resíduos					Pontal_resíduos				
mês/2005	dia	temp	pluvio	Matinhos_resíduos (kg)	(kg)	ilha mel	ecovia	va_ana	va_fac	mês/2005	dia	temp	pluvio	(kg)	(kg)	ilha mel	ecovia	va_ana	va_fac
9	1	16	0	15.070	10.790	-	-	3	3	11	1	17	2	26.490	17.730	-	880	1,4	1,5
9	2	18	0	13.850	11.220	-	1.090	2	2	11	2	19	0	6.000	0	-	-	0,8	0,8
9	3	14	0	23.280	13.970	-	-	2	2	11	3	20	5	24.030	13.580	-	-	0,7	0,7
9	4	12	8	4.000	390	-	-	3	3	11	4	23	0	23.770	14.490	-	-	0,5	0,5
9	5	18	100	18.100	13.500	-	-	10	10	11	5	23	0	21.760	25.230	-	-	0,4	0,45
9	6	14	0	24.420	24.550	-	-	10	10	11	6	19	31	1.580	0	-	-	2,3	2,4
9	7	15	0	16.770	9.520	-	-	8	8	11	7	18	27	19.500	13.950	-	-	2	2,1
9	8	16	0	22.350	19.990	-	-	9	9	11	8	17	28	26.970	16.000	-	-	2,9	3
9	9	15	0	32.650	13.280	-	920	8	8	11	9	21	8	16.800	13.520	-	660	2	2,1
9	10	18	0	37.230	37.810	-	-	7	7	11	10	22	2	20.690	11.880	-	-	1,5	1,7
9	11	19	0	6.010	0	-	-	6	6	11	11	20	5	16.100	10.660	-	-	1	1,1
9	12	13	50	37.840	20.630	-	-	9	9	11	12	19	3	20.680	14.740	-	-	0,4	0,45
9	13	12	60	42.490	30.660	-	-	10	10	11	13	26	0	5.520	1.180	-	-	0,1	0,1
9	14	13	40	13.340	22.580	-	-	9	9	11	14	22	17	34.040	17.030	-	-	0,1	0,1
9	15	17	7	18.320	9.960	-	-	6	6	11	15	22	10	35.470	34.930	-	-	0,08	0,09
9	16	16	35	14.440	15.220	-	-	4	4	11	16	23	0	49.450	21.680	-	-	0,06	0,07
9	17	15	0	21.320	15.670	-	-	0,8	0,9	11	17	23	30	27.870	27.130	-	-	2,5	2,6
9	18	18	3	2.700	0	-	-	0,6	0,7	11	18	23	0	18.990	18.810	-	-	0,5	0,6
9	19	18	30	18.720	16.180	-	1.880	2,9	3	11	19	24	0	24.530	17.460	-	-	0,4	0,4
9	20	21	0	23.560	15.420	-	-	0,9	1	11	20	21	0	1.890	0	-	-	0,3	0,3
9	21	19	5	14.340	12.360	-	-	0,6	0,7	11	21	27	2	29.760	16.000	-	-	0,2	0,2
9	22	19	7	16.350	11.360	-	-	0,4	0,5	11	22	17	48	28.370	27.750	-	-	2	2,5
9	23	20	17	12.620	8.710	-	-	1	1,1	11	23	20	0	16.510	18.220	-	-	1,12	1,4
9	24	20	2	19.800	12.630	-	-	0,8	0,9	11	24	21	0	19.550	15.650	-	-	0,5	0,6
9	25	-	-	950	0	-	-	-	-	11	25	20	0	17.070	9.790	-	-	0,2	0,2
9	26	14	65	19.170	15.500	-	1.110	6	6,5	11	26	24	0	23.000	15.270	-	-	0,1	0,1
9	27	15	2	26.750	14.960	-	-	1,1	1,2	11	27	-	-	3.000	500	-	-	-	-
9	28	17	2	12.270	8.070	-	-	0,8	0,9	11	28	-	-	32.550	14.860	-	-	-	-
9	29	18	2	18.000	11.250	-	-	0,5	0,5	11	29	-	-	29.270	23.870	-	-	-	-
9	30	23	0	13.370	9.860	-	-	0,4	0,4	11	30	-	-	16.210	9.230	-	-	-	-
10	1	20	4	20.390	12.750	-	-	0,4	0,4	12	1	30	2	19.630	-	-	-	0,03	0,03
10	2	18	10	1.320	0	-	-	0,7	0,8	12	2	20	65	15.570	-	-	-	2	2,5
10	3	23	0	18.190	12.690	-	-	0,5	0,6	12	3	19	8	22.090	-	-	-	3	3,2
10	4	22	0	22.410	21.560	-	-	0,3	0,4	12	4	24	0	2.770	-	-	-	1,5	2,6
10	5	20	52	15.770	7.800	-	-	5	5,1	12	5	26	0	31.670	-	-	-	0,7	0,8
10	6	17	2	15.300	9.150	-	-	1	1,2	12	6	22	33	26.220	-	-	-	1,7	2
10	7	17	2	13.230	9.430	-	-	0,7	0,9	12	7	18	29	21.680	-	-	-	2,1	2,3
10	8	21	2	23.180	13.070	-	-	0,6	0,8	12	8	18	5	19.680	-	-	-	1	1,1
10	9	-	-	940	0	-	-	-	-	12	9	19	2	17.920	-	-	-	0,8	0,9
10	10	19	2	19.600	13.510	-	760	0,4	0,5	12	10	23	0	27.970	-	-	-	0,7	0,8
10	11	21	0	25.080	19.210	-	-	0,3	0,4	12	11	-	-	1.780	-	-	-	-	-
10	12	24	4	6.720	0	-	-	0,3	0,4	12	12	19	5	35.900	-	-	-	0,5	0,6
10	13	21	2	21.540	12.210	-	-	0,2	0,3	12	13	20	0	27.500	-	-	-	0,3	0,4
10	14	27	5	23.590	14.550	-	1.180	0,2	0,2	12	14	22	4	27.980	-	-	-	0,2	0,3
10	15	16	5	19.890	15.750	-	-	0,3	0,3	12	15	23	0	30.080	-	-	580	0,1	0,1
10	16	-	-	840	0	-	-	-	-	12	16	25	0	22.400	-	-	13.420	0,07	0,08
10	17	20	10	22.770	15.990	-	-	0,8	0,9	12	17	25	15	24.500	-	-	-	0,04	0,05
10	18	20	0	21.640	17.900	-	-	0,5	0,6	12	18	-	-	31.150	-	-	-	-	-
10	19	19	8	22.440	8.800	-	-	0,6	0,7	12	19	25	0	32.740	-	-	-	0,05	0,06
10	20	18	0	17.240	11.910	-	-	0,4	0,5	12	20	25	35	28.910	-	-	-	0,05	0,06
10	21	20	6	13.800	9.890	-	-	0,4	0,5	12	21	23	14	33.810	-	-	-	1,4	1,5
10	22	22	0	23.590	13.000	-	-	0,3	0,4	12	22	23	5	35.770	-	-	-	1,2	1,3
10	23	-	-	1.150	0	-	-	-	-	12	23	26	0	45.840	-	-	370	0,9	1
10	24	21	0	22.040	6.790	-	-	0,1	0,1	12	24	-	-	41.730	-	-	-	-	-
10	25	21	2	23.260	20.280	-	-	0,8	0,09	12	25	-	-	40.290	-	-	-	-	-
10	26	20	0	14.950	8.030	-	-	0,6	0,07	12	26	19	35	49.210	-	-	-	-	0,6
10	27	19	19	17.090	5.480	-	-	1,4	1,5	12	27	19	35	48.200	-	-	-	1,4	1,5
10	28	20	43	16.940	9.440	-	1.900	3	3,3	12	28	21	12	55.090	-	-	-	2	2,2
10	29	18	30	22.660	20.030	-	-	4	4,1	12	29	21	-	69.740	-	-	-	1,1	1,2
10	30	-	-	1.160	0	-	-	-	-	12	30	25	-	86.850	-	-	-	0,5	0,6
10	31	17	14	23.410	15.160	-	-	2,5	2,6	12	31	27	-	82.250	-	-	-	0,4	0,5

Anexo 4: Dados do cenário da produção de resíduos e da vazão de chorume do ano de 2007 do aterro sanitário de Pontal do Paraná. Fonte: CIAS (2007/2008).

mês/07	dia	temp	pluvio	Matinhos_resíduos kg	Pontal_resíduos kg	ilha mel	ecovia	va_ana	va_fac	mês/07	dia	temp	pluvio	Matinhos_resíduos kg	Pontal_resíduos kg	ilha mel	ecovia	va_ana	va_fac
1	1	25	110	146.360	133.870	-	-	6	6,2	3	1	30	0	28.840	14.990	-	-	1	1,1
1	2	24	38	148.360	108.900	-	-	6,2	6,4	3	2	30	0	25.370	17.170	-	-	0,7	1
1	3	22	0	148.750	113.470	-	-	4,7	5,8	3	3	-	-	29.620	22.750	-	-	-	-
1	4	26	4	110.710	88.600	-	-	3,8	4	3	4	-	-	26.250	13.150	-	-	-	-
1	5	23	10	86.690	74.230	-	-	3,7	3,9	3	5	29	0	22.100	-	-	-	0,6	0,9
1	6	24	55	114.440	72.040	-	-	4,5	4,8	3	6	30	0	35.910	15.200	-	-	0,4	0,7
1	7	20	57	68.660	34.270	-	-	8	9	3	7	25	0	29.860	12.460	-	-	0,25	0,3
1	8	20	36	95.560	108.720	-	-	7,5	8,5	3	8	27	0	19.410	12.110	-	-	0,1	0,1
1	9	20	0	84.120	69.100	-	-	4,9	5,2	3	9	28	0	30.430	15.270	-	-	0,05	0,04
1	10	22	2	63.780	47.850	-	-	4,2	4,9	3	10	-	-	25.620	17.380	-	-	-	-
1	11	24	0	71.050	49.980	-	-	3,8	4	3	11	-	-	-	-	-	-	-	-
1	12	22	0	80.830	51.530	-	-	1,7	1,8	3	12	23	13	32.080	15.080	-	-	12	14
1	13	26	13	79.580	51.730	-	-	1,3	1,4	3	13	22	22	49.070	25.610	-	-	7	10
1	14	-	-	70.810	62.540	-	-	-	-	3	14	22	0	36.260	28.300	-	-	4	5
1	15	22	0	48.680	60.570	-	-	0,5	0,9	3	15	29	0	20.090	31.030	-	-	2	2,5
1	16	20	40	74.060	60.570	-	-	1,9	2	3	16	25	9	20.190	24.880	-	-	2	2,3
1	17	25	18	62.230	53.940	-	-	1,8	2,1	3	17	21	25	24.010	27.770	-	-	2	2,2
1	18	22	28	53.360	48.780	-	-	2,6	2,8	3	18	-	-	-	-	-	-	-	-
1	19	25	43	84.970	48.100	-	-	3,8	4,3	3	19	25	32	37.310	14.960	-	-	2,8	2
1	20	22	46	93.080	60.090	-	-	4	4,8	3	20	24	0	33.230	27.240	-	-	2	2,2
1	21	21	6	73.480	61.290	-	-	2,9	3,2	3	21	23	0	17.800	18.910	-	-	1,2	1,4
1	22	20	33	93.730	55.120	-	-	5,1	6	3	22	23	0	22.280	14.620	-	-	0,9	1
1	23	20	0	69.190	48.310	-	-	3,1	4	3	23	27	0	23.550	13.230	-	-	0,8	1
1	24	24	0	59.750	40.460	-	-	2,8	3,1	3	24	-	-	26.950	15.080	-	-	-	-
1	25	25	0	44.380	36.020	-	-	0,9	1	3	25	-	-	-	-	-	-	-	-
1	26	22	0	51.190	41.220	-	-	0,8	0,9	3	26	28	0	34.690	13.600	-	-	0,6	0,8
1	27	-	7	90.760	46.300	-	-	0,7	0,8	3	27	27	0	38.240	23.100	-	-	0,6	0,8
1	28	-	0	61.980	51.750	-	-	1	1,1	3	28	28	0	16.310	9.760	-	-	0,6	0,8
1	29	22	64	83.270	66.380	-	-	5	6	3	29	26	0	22.570	13.680	-	-	0,4	0,7
1	30	25	10	22.880	41.310	-	-	4,5	4,9	3	30	27	0	17.910	10.560	-	-	0,35	0,5
1	31	22	0	50.020	32.960	-	-	2,9	3,1	3	31	-	-	22.540	18.360	-	-	-	-
2	1	24	0	42.890	30.880	-	-	1,1	1,9	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-
2	2	24	20	49.810	30.770	-	-	1,9	2	4	2	25	58	37.530	15.630	-	-	4	4,2
2	3	25	0	55.850	32.720	-	-	1,4	1,6	4	3	27	0	28.710	28.480	-	-	1,3	1,5
2	4	24	0	43.040	38.350	-	-	0,6	0,6	4	4	23	42	19.400	11.520	-	-	4	4,2
2	5	25	0	71.250	41.840	-	-	0,4	0,3	4	5	21	3	24.390	20.110	-	-	2,8	2,9
2	6	26	0	44.830	26.380	-	-	0,3	0,2	4	6	-	-	-	-	-	-	-	-
2	7	23	30	36.590	28.270	-	-	1	1,1	4	7	20	15	49.740	20.410	-	-	2,6	2,8
2	8	20	79	44.970	28.040	-	-	6,8	7,3	4	8	-	-	27.060	29.240	-	-	-	-
2	9	22	68	29.050	24.580	-	-	7	7,4	4	9	24	10	29.800	19.770	-	-	1	1,1
2	10	24	50	54.730	29.450	-	-	7	7,8	4	10	20	5	33.930	29.610	-	-	1,3	1,5
2	11	20	50	45.160	30.460	-	-	7,2	8	4	11	24	0	18.180	26.460	-	-	0,7	0,8
2	12	19	50	56.520	33.680	-	-	7,3	8,1	4	12	23	0	27.460	6.160	-	-	0,5	0,6
2	13	20	7	40.650	26.080	-	-	6,1	7	4	13	20	60	19.370	11.200	-	-	6	6,1
2	14	19	14	43.230	25.440	-	-	5,5	6	4	14	-	-	25.394	11.360	-	-	-	-
2	15	21	0	32.860	23.640	-	-	4,5	5	4	15	-	-	-	-	-	-	-	-
2	16	23	0	43.890	25.630	-	-	3,1	4	4	16	24	6	25.260	18.300	-	-	1	1,1
2	17	31	0	50.260	31.310	-	-	2	2,1	4	17	23	0	31.560	23.440	-	-	0,8	0,9
2	18	33	58	74.030	57.130	-	-	1,5	1,6	4	18	23	0	15.010	9.980	-	-	0,6	0,7
2	19	30	9	105.360	75.140	-	-	5	5,8	4	19	21	5	19.290	12.540	-	-	0,5	0,6
2	20	29	40	102.140	83.420	-	-	6	6,9	4	20	23	10	18.400	10.390	-	-	0,7	0,9
2	21	26	10	91.220	88.410	-	-	8	9,1	4	21	23	0	22.070	16.560	-	-	0,5	0,6
2	22	27	0	69.500	52.400	-	-	6	7	4	22	-	-	-	-	-	-	-	-
2	23	31	0	41.710	41.950	-	-	3	3,2	4	23	23	0	24.860	22.280	-	-	0,4	0,5
2	24	36	0	54.610	31.100	-	-	1,2	1,6	4	24	23	50	24.070	20.600	-	-	0,4	0,4
2	25	35	0	44.390	30.000	-	-	0,9	1,3	4	25	21	10	21.270	15.460	-	-	5	5,1
2	26	30	0	44.160	32.920	-	-	1,2	1,7	4	26	20	46	16.230	10.710	-	-	4	4,5
2	27	36	0	31.910	19.210	-	-	1,1	1,5	4	27	17	26	22.440	10.430	-	-	6,2	5,9
2	28	34	0	32.820	21.310	-	-	1	1,2	4	28	-	-	30.010	10.610	-	-	-	-
2	29	-	-	-	-	-	-	-	-	4	29	18	20	-	-	-	-	1,3	1,5
										4	30	18	0	31.860	15.980	-	-	1,2	1,4

Anexo 4: Dados do cenário da produção de resíduos e da vazão de chorume do ano de 2007 do aterro sanitário de Pontal do Paraná. Fonte: CIAS (2007/2008) - continuação

Matinhos_resi										Pontal_residu										Matinhos_resi										Pontal_residuos									
mês/07	dia	temp	pluvio	duos	os	ilha mel	ecovia	va_ana	va_fac	mês/07	dia	temp	pluvio	duos	Pontal_residuos	ilha mel	ecovia	va_ana	va_fac	mês/07	dia	temp	pluvio	duos	Pontal_residuos	ilha mel	ecovia	va_ana	va_fac										
5	1	20	0	29.440	21.210	-	-	1,2	1,1	7	1	14	0	-	-	-	-	0,05	0,04	7	1	14	0	-	-	-	-	0,05	0,04										
5	2	20	0	23.666	20.790	-	-	1	1	7	2	13	0	30.920	13.790	-	-	0,05	0,04	7	2	13	0	30.920	13.790	-	-	0,05	0,04										
5	3	23	0	20.620	13.170	-	-	1	1	7	3	13	0	23.360	16.700	-	-	0,04	0,03	7	3	13	0	23.360	16.700	-	-	0,04	0,03										
5	4	19	8	17.560	11.390	-	-	1,2	1,3	7	4	12	0	12.510	8.670	-	-	0,04	0,03	7	4	12	0	12.510	8.670	-	-	0,04	0,03										
5	5	-	-	21.900	15.480	-	-	-	-	7	5	13	0	23.520	10.810	-	-	0,03	0,02	7	5	13	0	23.520	10.810	-	-	0,03	0,02										
5	6	-	-	-	-	-	-	-	-	7	6	14	0	8.490	16.190	-	-	0,02	0,015	7	6	14	0	8.490	16.190	-	-	0,02	0,015										
5	7	20	0	26.970	13.500	-	-	1	1	7	7	-	-	23.520	13.270	-	-	-	-	7	7	-	-	23.520	13.270	-	-	-	-										
5	8	17	48	25.010	17.200	-	-	4,5	4,7	7	8	-	-	-	-	-	-	-	-	7	8	-	-	-	-	-	-	-	-										
5	9	12	9	15.660	10.820	-	-	4,3	4,6	7	9	16	0	25.030	14.140	-	-	0,015	0,01	7	9	16	0	25.030	14.140	-	-	0,015	0,01										
5	10	13	5	16.710	12.650	-	-	2	2,1	7	10	17	0	30.380	24.530	-	-	0,1	0	7	10	17	0	30.380	24.530	-	-	0,1	0										
5	11	15	10	17.690	10.220	-	-	1,9	2	7	11	13	0	15.490	8.600	-	-	0,1	0	7	11	13	0	15.490	8.600	-	-	0,1	0										
5	12	-	-	24.450	14.160	-	-	-	-	7	12	9	5	17.260	10.700	-	-	0,1	0	7	12	9	5	17.260	10.700	-	-	0,1	0										
5	13	-	-	-	-	-	-	-	-	7	13	11	0	16.720	10.460	-	-	0,1	0	7	13	11	0	16.720	10.460	-	-	0,1	0										
5	14	17	22	22.300	15.520	-	-	2	2,1	7	14	14	0	18.600	16.280	-	-	0,1	0	7	14	14	0	18.600	16.280	-	-	0,1	0										
5	15	17	5	27.320	18.520	-	-	1,8	1,9	7	15	-	-	-	-	-	-	-	-	7	15	-	-	-	-	-	-	-	-										
5	16	19	0	13.800	11.340	-	-	1,1	1,2	7	16	12	8	27.240	12.880	-	-	0,2	0,1	7	16	12	8	27.240	12.880	-	-	0,2	0,1										
5	17	18	8	16.200	11.790	-	-	1	1	7	17	14	12	28.160	23.570	-	-	0,5	0,4	7	17	14	12	28.160	23.570	-	-	0,5	0,4										
5	18	-	-	13.940	8.800	-	-	-	-	7	18	16	9	18.720	13.250	-	-	0,5	0,3	7	18	16	9	18.720	13.250	-	-	0,5	0,3										
5	19	15	84	19.350	11.910	-	-	9	10	7	19	14	5	20.420	14.480	-	-	0,4	0,2	7	19	14	5	20.420	14.480	-	-	0,4	0,2										
5	20	-	-	-	-	-	-	-	-	7	20	10	2	18.140	13.290	-	-	0,2	0,01	7	20	10	2	18.140	13.290	-	-	0,2	0,01										
5	21	-	-	26.050	14.360	-	-	-	-	7	21	12	0	24.040	14.400	-	-	0,1	0,1	7	21	12	0	24.040	14.400	-	-	0,1	0,1										
5	22	17	43	30.680	20.010	-	-	8	9	7	22	-	-	-	-	-	-	-	-	7	22	-	-	-	-	-	-	-	-										
5	23	18	24	16.220	14.890	-	-	6	7	7	23	16	38	21.150	21.380	-	-	0,9	0,8	7	23	16	38	21.150	21.380	-	-	0,9	0,8										
5	24	16	0	19.830	11.670	-	-	3,8	4	7	24	14	2	24.760	26.300	-	-	0,5	0,2	7	24	14	2	24.760	26.300	-	-	0,5	0,2										
5	25	10	0	17.840	9.930	-	-	2	2,1	7	25	14	40	18.980	9.490	-	-	0,3	0,2	7	25	14	40	18.980	9.490	-	-	0,3	0,2										
5	26	10	0	21.280	15.540	-	-	1,8	1,9	7	26	12	3	19.810	11.840	-	-	0,4	0,4	7	26	12	3	19.810	11.840	-	-	0,4	0,4										
5	27	-	-	-	-	-	-	-	-	7	27	9	2	15.640	11.680	-	-	0,2	0,3	7	27	9	2	15.640	11.680	-	-	0,2	0,3										
5	28	15	0	22.880	16.880	-	-	0,5	0,5	7	28	11	1	20.010	11.200	-	-	0,3	0,2	7	28	11	1	20.010	11.200	-	-	0,3	0,2										
5	29	18	8	22.880	21.040	-	-	0,8	0,8	7	29	-	-	-	-	-	-	-	-	7	29	-	-	-	-	-	-	-	-										
5	30	6	0	15.570	6.680	-	-	0,5	0,6	7	30	9	1	20.810	13.640	-	-	0,2	0,1	7	30	9	1	20.810	13.640	-	-	0,2	0,1										
5	31	12	12	16.750	10.790	-	-	1	1,1	7	31	11	1	21.850	16.200	-	-	0,1	0,1	7	31	11	1	21.850	16.200	-	-	0,1	0,1										
6	1	13	0	13.830	8.980	-	-	0,9	0,6	8	1	14	1	16.070	9.270	-	-	0,1	0,1	8	1	14	1	16.070	9.270	-	-	0,1	0,1										
6	2	-	-	20.180	15.850	-	-	-	-	8	2	12	1	17.760	9.470	-	-	0,1	0,1	8	2	12	1	17.760	9.470	-	-	0,1	0,1										
6	3	-	-	-	-	-	-	-	-	8	3	17	1	14.320	8.950	-	-	0,1	0,1	8	3	17	1	14.320	8.950	-	-	0,1	0,1										
6	4	8	0	28.370	9.970	-	-	0,5	0,5	8	4	14	2	20.380	11.530	-	-	0,2	0,3	8	4	14	2	20.380	11.530	-	-	0,2	0,3										
6	5	6	0	25.750	17.130	-	-	0,4	0,35	8	5	-	-	-	-	-	-	-	-	8	5	-	-	-	-	-	-	-	-										
6	6	7	0	15.090	7.790	-	-	0,35	0,3	8	6	13	2	20.080	14.290	-	-	0,3	0,4	8	6	13	2	20.080	14.290	-	-	0,3	0,4										
6	7	-	-	-	11.260	-	-	-	-	8	7	15	1	24.550	13.830	-	-	0,2	0,3	8	7	15	1	24.550	13.830	-	-	0,2	0,3										
6	8	15	0	24.420	13.020	-	-	0,1	0,1	8	8	16	1	16.850	11.260	-	-	0,1	0,2	8	8	16	1	16.850	11.260	-	-	0,1	0,2										
6	9	15	0	33.000	20.120	-	-	0,3	0,3	8	9	16	1	18.270	11.520	-	-	0	0,1	8	9	16	1	18.270	11.520	-	-	0	0,1										
6	10	-	-	-	-	-	-	-	-	8	10	17	1	15.650	9.580	-	-	0,1	0,3	8	10	17	1	15.650	9.580	-	-	0,1	0,3										
6	11	16	0	36.850	23.790	-	-	0,2	0,2	8	11	16	2	19.040	12.270	-	-	0,1	0,2	8	11	16	2	19.040	12.270	-	-	0,1	0,2										
6	12	14	0	23.250	25.910	-	-	0,15	0,1	8	12	-	-	-	-	-	-	-	-	8	12	-	-	-	-	-	-	-	-										
6	13	13	0	19.070	8.830	-	-	0,05	0,05	8	13	17	3	26.900	11.080	-	-	0,2	0,3	8	13	17	3	26.900	11.080	-	-	0,2	0,3										
6	14	13	0	18.210	11.710	-	-	0,05	0,04	8	14	15	0	30.270	11.660	-	-	0,1	0,2	8	14	15	0	30.270	11.660	-	-	0,1	0,2										
6	15	14	0	16.550	11.000	-	-	0,05	0,04	8	15	14	0	15.520	8.110	-	-	0,2	0,1	8	15	14	0	15.520	8.110	-	-	0,2	0,1										
6	16	-	-	18.810	13.930	-	-	-	-	8	16	14	0	18.580	9.910	-	-	0,4	0,4	8	16	14	0	18.580	9.910	-	-	0,4											

Anexo 4: Dados do cenário da produção de resíduos e da vazão de chorume do ano de 2007 do aterro sanitário de Pontal do Paraná. Fonte: CIAS (2007/2008) - continuação

mês/07	dia	temp	pluvio	Matinhos_resíduos kg	Pontal_resíduos kg	ilha mel	ecovia	va_ana	va_fac	mês/07	dia	temp	pluvio	Matinhos_resíduos kg	Pontal_resíduos kg	ilha mel	ecovia	va_ana	va_fac
9	1	14	0	23.350	14.890	-	-	3,7	3,8	11	1	23	26	22.190	13.710	-	-	0,9	1
9	2	-	-	-	-	-	-	-	-	11	2	-	-	22.330	11.030	-	-	-	-
9	3	13	10	24.200	16.030	-	-	1	1,1	11	3	-	-	24.140	23.690	-	-	-	-
9	4	15	0	22.530	17.840	-	-	0,8	0,9	11	4	22	40	26.460	25.170	-	-	3,5	4
9	5	18	9	20.160	11.260	-	-	0,7	0,8	11	5	15	14	36.630	17.080	-	-	3	3,5
9	6	17	0	21.720	14.990	-	-	0,5	0,6	11	6	18	12	31.810	32.700	-	-	2	2,1
9	7	17	0	-	11.480	-	-	0,4	0,5	11	7	20	11	21.060	17.750	-	-	1,1	1,2
9	8	18	0	41.150	25.940	-	-	0,3	0,2	11	8	23	0	22.390	11.340	-	-	0,7	0,8
9	9	-	-	52.260	-	-	-	-	-	11	9	23	0	19.440	11.530	-	-	0,4	0,5
9	10	19	0	45.090	28.260	-	-	0,25	0,2	11	10	-	-	26.090	18.600	-	-	-	-
9	11	17	0	21.830	42.310	-	-	0,2	0,15	11	11	-	-	-	-	-	-	-	-
9	12	20	0	40.480	20.750	-	-	0,1	0,1	11	12	16	64	33.430	15.890	-	-	5	5,1
9	13	18	0	19.830	16.010	-	-	0,07	0,05	11	13	18	20	24.240	22.270	-	-	5	5,2
9	14	17	0	17.230	25.010	-	-	0,06	0,04	11	14	20	7	19.520	13.060	-	-	3,8	4
9	15	18	0	31.630	14.710	-	-	0,05	0,03	11	15	16	41	20.440	9.870	-	-	3,6	3,9
9	16	-	-	-	-	-	-	-	-	11	16	16	2	31.020	15.220	-	-	4	4,1
9	17	18	52	29.480	15.800	-	-	0,04	0,02	11	17	-	-	30.190	21.480	-	-	-	-
9	18	18	12	23.770	19.830	-	-	0,09	0,08	11	18	-	-	7.500	14.500	-	-	-	-
9	19	19	6	22.560	11.440	-	-	0,15	0,17	11	19	20	32	41.330	20.780	-	-	4	4,5
9	20	18	0	20.810	13.350	-	-	0,1	0,1	11	20	20	0	44.370	23.380	-	-	2	2,1
9	21	19	31	19.950	11.070	-	-	1,4	1,5	11	21	21	0	20.920	23.680	-	-	1	1,1
9	22	21	28	25.060	15.340	-	-	1,4	1,6	11	22	19	0	20.620	6.950	-	-	0,5	0,5
9	23	-	-	-	-	-	-	-	-	11	23	18	0	24.120	18.820	-	-	0,3	0,3
9	24	18	0	26.760	16.430	-	-	1,1	1,2	11	24	-	-	21.140	18.140	-	-	-	-
9	25	14	0	30.750	18.760	-	-	0,8	0,9	11	25	-	-	-	-	-	-	-	-
9	26	14	16	11.930	9.950	-	-	1	1,1	11	26	21	5	37.440	13.370	-	-	0,1	0,1
9	27	20	16	17.770	11.700	-	-	0,7	0,8	11	27	18	8	33.680	24.780	-	-	0,2	0,3
9	28	20	2	15.650	10.300	-	-	0,4	0,5	11	28	21	0	16.390	11.870	-	-	0,1	0,1
9	29	-	-	23.990	13.860	-	-	-	-	11	29	20	0	22.220	39.910	-	-	0,5	0,5
9	30	-	-	-	-	-	-	-	-	11	30	19	0	20.470	11.680	-	-	0,2	0,15
10	1	20	0	30.130	8.010	-	-	0,1	0,1	12	1	-	-	25.790	15.190	-	-	-	-
10	2	21	2	23.440	20.460	-	-	0,07	0,06	12	2	-	-	-	-	-	-	-	-
10	3	21	0	17.980	7.460	-	-	0,05	0,04	12	3	23	0	30.870	16.640	-	-	0,02	0,01
10	4	20	0	17.920	11.660	-	-	0,03	0,02	12	4	21	2	37.340	24.960	-	-	0,02	0,01
10	5	21	0	18.280	9.910	-	-	0,02	0,01	12	5	21	9	17.510	14.120	-	-	0,03	0,02
10	6	-	-	20.710	13.920	-	-	-	-	12	6	19	123	22.640	13.030	-	-	6,5	7
10	7	-	-	-	-	-	-	-	-	12	7	22	20	24.860	13.660	-	-	5	5,2
10	8	20	2	25.310	15.050	-	-	0,09	0,08	12	8	-	-	39.940	12.880	-	-	-	-
10	9	20	0	27.840	20.060	-	-	0,06	0,05	12	9	-	-	-	-	-	-	-	-
10	10	26	0	16.530	9.310	-	-	0,03	0,02	12	10	23	4	35.320	18.190	-	-	0,5	0,6
10	11	21	2	19.960	14.220	-	-	0,1	0	12	11	28	15	37.090	26.480	-	-	0,4	0,4
10	12	-	-	22.350	12.780	-	-	-	-	12	12	19	39	29.670	16.670	-	-	3,9	4
10	13	24	5	39.790	21.680	-	-	0,1	0	12	13	24	0	20.970	10.880	-	-	2,8	2,9
10	14	-	-	20.100	8.750	-	-	-	-	12	14	20	0	25.010	18.180	-	-	1,1	1,1
10	15	17	50	61.610	26.070	-	-	4,5	5	12	15	21	0	44.090	17.310	-	-	0,6	0,6
10	16	19	17	32.910	35.000	-	-	3	3,5	12	16	-	-	27.250	27.180	-	-	-	-
10	17	19	18	30.830	28.070	-	-	2	2,5	12	17	21	1	48.190	33.670	-	-	0,2	0,2
10	18	17	0	21.300	10.070	-	-	1	1,1	12	18	20	12	32.560	25.210	-	-	1	1,1
10	19	20	0	20.130	17.770	-	-	1	1,1	12	19	19	2	37.770	23.270	-	-	0,5	0,6
10	20	22	9	28.350	17.970	-	-	0,6	0,6	12	20	20	0	33.710	34.830	-	-	0,2	0,2
10	21	-	-	-	-	-	-	-	-	12	21	20	0	49.540	25.850	-	-	0	0,1
10	22	17	0	30.770	38.360	-	-	2,1	2,3	12	22	-	-	37.470	23.900	-	-	-	-
10	23	17	30	28.130	19.900	-	-	1,8	1,9	12	23	-	-	60.020	36.910	-	-	-	-
10	24	16	3	14.710	13.750	-	-	1,6	1,7	12	24	29	0	62.410	43.500	-	-	0,1	0,03
10	25	15	31	16.950	11.250	-	-	3	3,1	12	25	-	-	69.370	47.670	-	-	-	-
10	26	22	34	18.390	12.000	-	-	2,6	2,9	12	26	21	18	66.710	46.000	-	-	0,04	0,4
10	27	-	-	22.910	16.950	-	-	-	-	12	27	25	4	75.700	48.380	-	-	0,35	0,2
10	28	-	-	-	-	-	-	-	-	12	28	27	3	98.090	66.620	-	-	0,2	0,3
10	29	20	0	32.110	19.680	-	-	1,2	1,5	12	29	-	-	99.850	80.680	-	-	-	-
10	30	22	26	29.850	23.460	-	-	2	2,1	12	30	25	15	116.010	92.540	-	-	0,3	1
10	31	20	20	21.900	9.650	-	-	1,2	1,3	12	31	22	2	135.650	95.710	-	-	1,1	0,6

Anexo 5: Dados do cenário da produção de resíduos e da vazão de chorume do ano de 2008 do aterro sanitário de Pontal do Paraná. Fonte: CIAS (2007/2008).

Mês de Janeiro de 2008												Mês de Fevereiro de 2008											
Matinhos_resíduos				Pontal_resíduos								Matinhos_resíduos				Pontal_resíduos							
mês2008	dia	temp	pluvio	kg	kg	ilha mel	ecovia	va_ana	va_fac	mês2008	dia	temp	pluvio	kg	kg	ilha mel	ecovia	va_ana	va_fac				
1	1	-	-	128.710	55.400	-	-	-	-	3	1	-	-	30.960	14410	-	-	-	-				
1	2	21	21	194.380	204.590	-	-	1,8	2	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-				
1	3	27	0	144.630	124.324	-	-	0,5	0,6	3	3	-	-	40.100	15990	-	-	-	-				
1	4	24	23	98.900	82.460	-	-	1,1	1,2	3	4	-	-	37700	27200	-	-	-	-				
1	5	-	-	149.020	85.510	-	-	-	-	3	5	-	-	19110	11630	-	-	-	-				
1	6	-	-	102.070	56.260	-	-	-	-	3	6	-	-	21690	13620	-	-	-	-				
1	7	20	50	105.220	115.810	-	-	5	5,1	3	7	-	-	30090	12800	-	-	-	-				
1	8	26	0	65.840	70.690	-	-	2,5	2,6	3	8	-	-	26420	26260	-	-	-	-				
1	9	21	0	49.770	57.990	-	-	1,5	1,6	3	9	-	-	-	-	-	-	-	-				
1	10	27	0	114.170	51.490	-	-	1,3	1,4	3	10	-	-	64560	14700	-	-	-	-				
1	11	29	96	65.090	50.930	-	-	0,5	0,6	3	11	-	-	41460	25790	-	-	-	-				
1	12	-	-	189.930	54.210	-	-	-	-	3	12	-	-	22920	15140	-	-	-	-				
1	13	18	52	67.710	49.450	-	-	9	9,6	3	13	-	-	23250	13700	-	-	-	-				
1	14	21	58	56.030	69.320	-	-	10	10,2	3	14	-	-	33660	12390	-	-	-	-				
1	15	21	20	92.920	55.770	-	-	8	8,3	3	15	-	-	28300	19640	-	-	-	-				
1	16	20	0	91.060	42.840	-	-	4	4,3	3	16	-	-	-	-	-	-	-	-				
1	17	27	45	75.750	45.620	-	-	1,8	2	3	17	-	-	36960	14870	-	-	-	-				
1	18	22	8	64.470	55.230	-	-	4,5	5	3	18	-	-	26630	15820	-	-	-	-				
1	19	-	-	74.900	51.050	-	-	-	-	3	19	-	-	33260	19690	-	-	-	-				
1	20	-	-	82.440	55.250	-	-	-	-	3	20	-	-	20170	12130	-	-	-	-				
1	21	19	123	70.770	60.510	-	-	10	10,5	3	21	-	-	40560	29040	-	-	-	-				
1	22	17	2	63.830	45.600	-	-	8	8,5	3	22	-	-	33390	27550	-	-	-	-				
1	23	18	38	54.180	34.540	-	-	8	8,4	3	23	-	-	-	-	-	-	-	-				
1	24	19	16	64.650	41.820	-	-	5	6	3	24	-	-	57650	18510	-	-	-	-				
1	25	19	18	52.370	39.300	-	-	4,8	4,9	3	25	-	-	49510	37840	-	-	-	-				
1	26	-	-	66.050	42.620	-	-	-	-	3	26	-	-	20170	34600	-	-	-	-				
1	27	-	-	50.340	41.480	-	-	-	-	3	27	-	-	24700	5160	-	-	-	-				
1	28	18	36	80.140	43.000	-	-	4	4,5	3	28	-	-	25700	19120	-	-	-	-				
1	29	21	128	37.670	32.750	-	-	8	8,5	3	29	-	-	28500	25090	-	-	-	-				
1	30	20	17	73.130	30.030	-	-	10	11	3	30	-	-	28940	-	-	-	-	-				
1	31	20	94	51.960	37.350	-	-	9	11	3	31	-	-	49140	21420	-	-	-	-				
2	1	22	45	58.100	32.060	-	-	9	10	4	1	-	-	27280	24300	-	-	-	-				
2	2	22	13	59.370	45.470	-	-	5	5,1	4	2	-	-	19850	9540	-	-	-	-				
2	3	22	0	111.210	54.020	-	-	2,6	2,8	4	3	-	-	20710	12800	-	-	-	-				
2	4	17	10	109.460	89.290	-	-	1,2	1,5	4	4	-	-	21690	10870	-	-	-	-				
2	5	-	-	109.330	78.260	-	-	-	-	4	5	-	-	38060	6910	-	-	-	-				
2	6	20	0	117.190	85.070	-	-	0,6	0,7	4	6	-	-	-	-	-	-	-	-				
2	7	20	25	80.250	45.960	-	-	0,6	0,7	4	7	-	-	28030	14150	-	-	-	-				
2	8	20	12	63.880	38.500	-	-	0,7	0,8	4	8	-	-	27720	27100	-	-	-	-				
2	9	-	-	55.770	34.990	-	-	-	-	4	9	-	-	15750	10080	-	-	-	-				
2	10	-	-	48.690	35.280	-	-	-	-	4	10	-	-	17920	12270	-	-	-	-				
2	11	23	33	57.060	40.950	-	-	3	3,1	4	11	-	-	21700	11350	-	-	-	-				
2	12	-	-	35.090	29.560	-	-	-	-	4	12	-	-	24930	18320	-	-	-	-				
2	13	-	-	28.890	21.110	-	-	-	-	4	13	-	-	-	-	-	-	-	-				
2	14	-	-	20.850	17.490	-	-	-	-	4	14	-	-	26190	19320	-	-	-	-				
2	15	-	-	53.740	20.510	-	-	-	-	4	15	-	-	21000	21200	-	-	-	-				
2	16	-	-	61.230	18.220	-	-	-	-	4	16	-	-	23030	8900	-	-	-	-				
2	17	-	-	-	-	-	-	-	-	4	17	-	-	17100	12080	-	-	-	-				
2	18	-	-	53.790	21.610	-	-	-	-	4	18	-	-	20210	11190	-	-	-	-				
2	19	-	-	55.460	31.000	-	-	-	-	4	19	-	-	18710	21880	-	-	-	-				
2	20	-	-	24.310	23.780	-	-	-	-	4	20	-	-	-	-	-	-	-	-				
2	21	-	-	20.620	12.470	-	-	-	-	4	21	-	-	-	24440	-	-	-	-				
2	22	-	-	34.270	14.990	-	-	-	-	4	22	-	-	45980	21830	-	-	-	-				
2	23	-	-	31.210	26.860	-	-	-	-	4	23	-	-	57160	22830	-	-	-	-				
2	24	-	-	-	-	-	-	-	-	4	24	-	-	25420	10170	-	-	-	-				
2	25	-	-	49.320	16.660	-	-	-	-	4	25	-	-	26130	9870	-	-	-	-				
2	26	-	-	40.890	33.110	-	-	-	-	4	26	-	-	21040	17470	-	-	-	-				
2	27	-	-	29.230	10.700	-	-	-	-	4	27	-	-	-	-	-	-	-	-				
2	28	-	-	25.260	15.180	-	-	-	-	4	28	-	-	31190	13110	-	-	-	-				
2	29	-	-	26.540	11.430	-	-	-	-	4	29	-	-	32190	16610	-	-	-	-				

Anexo 5: Dados do cenário da produção de resíduos e da vazão de chorume do ano de 2008 do aterro sanitário de Pontal do Paraná. Fonte: CIAS (2007/2008) – continuação.

mês2008	dia	temp	pluvio	Matinhos_resíduos kg	Pontal_resíduos kg	ilha mel	ecovia	va_ana	va_fac
5	1				13.240				
5	2			22.860	10.400				
5	3			42.460	17.980				
5	4								
5	5			31.530	13.400				
5	6			27.920	27.800				
5	7			15.450	8.040				
5	8			15.830	16.730				
5	9			19.280	9.710				
5	10			21.460	14.250				
5	11								
5	12			22.840	14.640				
5	13			27.170	17.130				
5	14			15.820	8.750				
5	15			18.470	11.750				
5	16			17.860	11.470				
5	17								
5	18								
5	19								
5	20								
5	21								
5	22								
5	23								
5	24								
5	25								
5	26								
5	27								
5	28								
5	29								
5	30								
5	31								

